

Studi Optimasi Kombinasi Alat Berat pada Penambangan Batu Gamping PT Zila Jaya Nusantara di Alahan Panjang

Ari Syaiful Rahman Arifin^{1*}, Nining Nofia Putri²

^{1,2} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, 25131, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: arianto41@gmail.com

Received 7th May 2023; 1st Revision 21th May 2023; Accepted 18th June 2023

ABSTRAK

Penggunaan alat berat dalam pekerjaan konstruksi maupun penambangan sangat diperlukan untuk membantu mempermudah pekerjaan dan mempersingkat waktu pekerjaan terutama skala menengah ke atas, disisi lain penggunaan alat berat memerlukan biaya yang besar sehingga perlu dibuat perencanaan dan analisa yang baik supaya alat berat berfungsi optimal. Penambangan Batu Gamping oleh PT Zila Jaya Nusantara di Alahan Panjang ini merupakan salah satu contoh proyek yang mmebutuhkan alat berat, sehingga perlunya manajemen dalam efisiensi waktu dan biaya penggunaan alat berat. Tujuan penelitian ini adalah mencari solusi alternatif kombinasi alat berat yang tepat yang sesuai dengan kebutuhan sehingga semua alat berproduksi optimal dari segi waktu dan biaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menghitung produktivitas alat berat, menghitung biaya operasional, dan membentuk kombinasi. Hasil analisis menunjukkan kombinasi saat ini di lapangan waktu yang didapat yaitu maksimal pekerjaan dalam 29 hari dengan total biaya Rp 1.796.358/jam. Kombinasi Alternatif I dengan waktu kerja maksimal 14 hari dan total biaya Rp 2.083.388/jam. Kombinasi Alternatif II dengan waktu maksimal pekerjaan dalam 29 hari dan total biaya yang dikeluarkan Rp 2.464.167/jam. Kombinasi Alternatif III dengan waktu maksimal pekerjaan dalam 28 hari dan total biaya yang dikeluarkan Rp 2.504.912/jam.

Kata Kunci: Alat Berat; Produktivitas; Kombinasi; Biaya; Waktu.

ABSTRACT

The use of heavy equipment in construction and mining work is needed to help simplify work and shorten work time, especially for the medium and upper scale, on the other side the use of heavy equipment requires a large amount of money so it is necessary to make good planning and analysis so that heavy equipment can function optimally. Limestone mining by PT Zila Jaya Nusantara in Alahan Panjang is one of example of a project that requires heavy equipment, so management is needed in terms of time efficiency and cost of using heavy equipment. The purpose of this research is to find alternative combinations of the right heavy equipment that suit the needs to that all production equipment is optimal in terms of time and cost. The method use in this study is calculating heavy equipment productivity, calculating operational cost, and forming combinations. The results of the analysis show that the current combination in the field of time obtained is a maximum of 29 days of work with a total cost of IDR 1.796.358/hour. Combination of alternative I with a maximum working time of 14 days and a total cost of IDR 2.083.388/hour. Combination of alternative II with a maximum work time of 29 days and total cost of IDR 2.464.167/hour. Combination alternative III with a maximum work time of 28 days and a total cost of IDR 2.504.912/hour.

Keywords: Heavy Equipment; Productivity; Combination; Cost; Time.

Copyright © Ari Syaiful Rahman Arifin· Nining Nofia Putri

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara tempat bertemunya lempeng-lempeng besar dunia, kondisi ini membuat Indonesia memiliki sumberdaya alam mineral yang sangat besar dan dengan kualitas produk yang baik, oleh karena itu potensi ini penting diperhitungkan untuk waktu yang akan datang agar bisa dimanfaatkan secara berkelanjutan [1]. Mineral merupakan sumberdaya alam yang proses pembentukannya memerlukan waktu jutaan tahun dan utamanya tidak terbarukan. Mineral dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam industri atau produksi. Dalam hal demikian mineral lebih dikenal sebagai bahan galian [2]. Kegiatan eksploitasi sumberdaya mineral atau bahan galian merupakan salah satu pendukung sektor pembangunan baik secara fisik, ekonomi, maupun sosial [3].

Batu gamping merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri ataupun konstruksi, antara lain untuk bahan bangunan, batu bangunan, penstabil jalan raya, dan lainnya. Cadangan batu gamping di Indonesia sekitar 28,7 milyar ton dengan batu yang terbesar berada pada provinsi Sumatera Barat sejumlah 23,23 milyar ton atau sekitar 81,02 dari cadangan seluruhnya [4]. Alahan Panjang merupakan salah satu daerah di Sumatera Barat yang memiliki sebaran batu gamping yang melimpah dan cukup banyak perusahaan swasta yang mengolahnya, salah satunya adalah PT Zila Jaya Nusantara. Tahap penambangan batu gamping di PT Zila Jaya Nusantara terbagi atas tiga kegiatan besar yaitu pembongkaran/penggalian, pemuaatan (*Loading*) dan pengangkutan (*Transporting*) yang mana kegiatan ini dibantu dengan pemanfaatan alat berat untuk mempermudah pekerjaan penambangan. Alat berat yang digunakan pada perusahaan ini yaitu *Excavator* Komatsu PC200-8M1 dengan *breaker*, *Excavator* Komatsu PC200-8M1 dengan *bucket*, *Dump Truck* Tronton Hino (35 Ton), dan *Dump Truck* Colt Diesel Canter SHDX (14 Ton).



Gambar 1. Lokasi Penambangan PT Zila Jaya Nusantara



Gambar 2. Kegiatan Pemuaatan (*Loading*) Batu Gamping

Walaupun *Excavator*, dan *Dump Truck* memiliki peranan penting dalam penambangan batu gamping ini tidak menutup kemungkinan terjadinya keterlambatan pada suatu pekerjaan dan tidak tercapainya target produksi yang diharapkan. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat agar dapat beroperasi dengan baik, yaitu: faktor alam, kerusakan pada mesin alat, kondisi medan kerja, *overheat* pada alat berat, dll. Belum adanya perhitungan dalam pemilihan alat berat yang digunakan sehingga aktivitas dalam penambangan

batu gamping ini hanya berdasarkan jumlah alat berat yang ada di lokasi penambangan. Oleh karena itu, produktivitas penambangan saat ini di PT Zila Jaya Nusantara kurang efisien baik itu dalam hal waktu dan biaya, sehingga seringkali hasil penambangan yang didapatkan setiap harinya berbeda-beda dan tidak konsisten.



Gambar 3. Excavator Komatsu PC 200-8 M1 (Bucket)



Gambar 4. Excavator Komatsu PC 200-8 M1 (Breaker)



Gambar 5. Dump truck Colt Diesel Canter SHdx (14 Ton)



Gambar 6. Dump truck Hino Tronton (35 Ton)

Pentingnya optimasi produksi dari alat berat berkaitan dengan target produksi, waktu pekerjaan, dan biaya operasional. Jumlah alat berat serta kombinasi alat yang dipakai dalam pemenuhan target produksi dapat ditentukan oleh hubungan antara sasaran produksi dengan produksi alat. Kombinasi alat berat merupakan salah satu upaya untuk menentukan jumlah alat berat yang akan digunakan, menghitung waktu, dan biaya yang dibutuhkan oleh setiap kombinasi alat berat yang akan digunakan [5]. Kombinasi alat berat dibutuhkan untuk mengetahui dan membandingkan biaya termurah dan waktu tercepat pada pekerjaan penambangan batu gamping ini agar produksi perusahaan dapat konsisten bahkan meningkat di setiap harinya.

METODE

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dengan menghitung produktivitas masing-masing alat berat, menghitung biaya operasional, dan membentuk kombinasi. Metode pembentukan kombinasi yang digunakan yaitu metode coba-coba atau bisa juga disebut *trial and error* dimana pada metode ini dilakukan pendekatan secara analisis numerik serta optimalisasi pada algoritma [6]. Implementasi metode *trial and error* pada penelitian ini yaitu dengan mencoba berbagai alternatif kombinasi jumlah alat berat yang digunakan dilapangan

antara *excavator*, dan *dump truck* sampai diperolehnya kombinasi yang optimal dan efisien dalam segi waktu dan biaya. Dalam penelitian ini metode *trial and error* dibentuk sebanyak tiga kali percobaan (kombinasi) dan membandingkan sesuai kondisi yang ada di lapangan dimana tujuannya yaitu untuk mengetahui alternatif yang paling optimal dari segi waktu dan biaya.

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data di lapangan yang bertujuan untuk mendapatkan data proyek, waktu siklus, spesifikasi alat yang digunakan, biaya alat atau bahan bakar dan lainnya. Data akan diolah sehingga didapatkan produktivitas alat yang digunakan, setelah produktivitas alat didapatkan dilanjutkan dengan perhitungan waktu kerja serta biaya operasional yang dikeluarkan selama pekerjaan penambangan yang nantinya akan dibandingkan dengan kombinasi yang telah dibentuk sebelumnya. Perhitungan produktivitas penelitian ini merujuk [7] serta untuk waktu dan biaya operasional merujuk pada [8] dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

1. Produktivitas *Excavator Bucket*

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{C_m}$$

Dimana:

- Q = Produksi perjam dari alat berat (m³/jam).
- q = Produksi/kapasitas (m³) dalam satu siklus alat.
- E = Faktor efisiensi alat .
- C_m = Waktu siklus.

2. Produktivitas *Excavator Breaker*

$$PRB = \frac{3600 \text{ detik / jam}}{CT} \times \frac{Kap \times n \times SF \times EU \times CSF}{\text{Faktor Pi}}$$

Dimana:

- PRB = Produktivitas *breaker*.
- CT = *Cycle time breaker*.
- Faktor pi = 0,785.
- Kap = Kapasitas *chisel*.
- n = Jumlah titik yang dibongkar *chisel*.
- CSf = Chisel Shank Factor.
- SF = Faktor pengembangan batu gamping (0,69).
- EU = *Effective Utilization* (70%).

3. Produktivitas *Dump Truck*

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times T_s}$$

Dimana:

- Q = Kapasitas produksi dump truck (m³ /jam).
- V = Kapasitas produksi dump truck (m³ /jam).
- D = massa jenis batu gamping (2,4 ton/m³).
- 60 = Perkalian 1 jam ke menit.
- Fa = Faktor efisiensi alat dump truck.

4. Waktu Kerja

$$\text{Waktu Kerja} = \frac{V}{Q}$$

Dimana:

- V = Volume Pekerjaan.
- Q = Produktivitas masing-masing alat berat per hari.

5. Biaya Operasional

$$P = H + I + J + K + L + M$$

Dimana:

- P = Biaya operasi per jam.
- H = Banyaknya bahan bakar yang digunakan dalam 1 jam.
- I = Banyaknya minyak pelumas yang dipakai dalam 1 jam.
- J = Besarnya biaya perawatan di bengkel tiap jam.
- K = Biaya perbaikan (penggantian suku cadang yang aus).
- L = Biaya operator (Rp/jam).
- M = Biaya pembantu operator (Rp/jam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data

1. Data Alat Berat Yang Diteliti

Alat berat yang diteliti adalah kombinasi alat yang diharapkan mampu untuk mengoptimalkan pekerjaan penambangan batu gamping baik dari segi biaya maupun waktu pelaksanaan. Alat-alat berat itu adalah:

- a. *Excavator Bucket* Komatsu PC 200-8 M1 kapasitas *bucket* 1 m³
- b. *Excavator Breaker* Komatsu PC 200-8 M1 panjang *chisel* 281 cm
- c. *Dump Truck* Hino Tronton 500 FM260FTI kapsitas 35 Ton
- d. *Dump Truck* Colt Diesel Canter FE SHDX kapasitas 14 Ton

2. Waktu Kerja dan Volume Pekerjaan

Tabel 1. Waktu Kerja Alat Berat di Lapangan

| Waktu Kerja | Jam Kerja | Jumlah Waktu (Jam) |
|---------------|------------|--------------------|
| 08.00 - 12.00 | Beroperasi | 4 jam |
| 12.00 - 13.00 | Istirahat | 1 jam |
| 13.00 - 17.00 | Beroperasi | 4 jam |

Tabel 2. Volume Pekerjaan

| Volume Pekerjaan m ³ | | |
|---------------------------------|----------------------|-------------|
| Hino Tronton (35 Ton) | Colt Diesel (14 Ton) | Keseluruhan |
| 12781,965 | 12960,318 | 25742,283 |

3. Kombinasi Alat Lapangan

Tabel 3. Kombinasi Penggunaan Alat di Lapangan

| Jenis Alat | Jumlah Alat |
|-------------------|-------------|
| Excavator Bucket | 1 |
| Excavator Breaker | 1 |

| | |
|---------------------------------|---|
| Hino tronton (35 Ton) | 2 |
| Colt Diesel Canter HDX (14 Ton) | 2 |

B. Hasil Analisis

1. Hasil Produktivitas Masing-masing Alat

Tabel 4. Produktivitas Masing-masing Alat

| No | Nama Alat | Waktu Siklus | Produktivitas |
|----|-------------------------|--------------|----------------------------|
| 1 | <i>Excavator Bucket</i> | 17,41 detik | 115,8 m ³ /jam |
| 2 | Excavator Breaker | 17,75 detik | 112,15 m ³ /jam |
| 3 | Hino Tronto 35 ton | 17,5 menit | 35,91 m ³ /jam |
| 4 | Colt Diesel 14 ton | 8,75 menit | 28 m ³ /jam |

2. Hasil Perhitungan Biaya Tiap Alat

Tabel 5. Perhitungan Biaya Operasional Masing-masing Alat

| No | Jenis Alat | Total Biaya Operasi Rp/jam |
|----|--------------------------|----------------------------|
| 1 | <i>Excavator Bucket</i> | 396.940 |
| 2 | <i>Excavator Breaker</i> | 409.232 |
| 3 | Tronton Hino (35 Ton) | 322.377 |
| 4 | Colt Diesel (14 Ton) | 172.716 |

3. Hasil Perhitungan Alat Keadaan Lapangan

Tabel 6. Perhitungan Keadaan Lapangan

| Kombinasi Lapangan | | | | | |
|-------------------------|--------|------------------------|-------|----------------|-------------|
| Nama Alat | Jumlah | Produktivitas Lapangan | Waktu | Biaya Lapangan | Total Biaya |
| <i>Excavator Bucket</i> | 1 | 115,8 | 28 | 396.940 | 1.796.358 |
| Excavator Breaker | 1 | 112,15 | 29 | 409.232 | |
| Hino Tronto 35 ton | 2 | 71,82 | 22 | 644.754 | |
| Colt Diesel 14 | 2 | 56 | 29 | 345.432 | |

| Kombinasi Lapangan | | | | | |
|--------------------|--------|------------------------|-------|----------------|-------------|
| Nama Alat | Jumlah | Produktivitas Lapangan | Waktu | Biaya Lapangan | Total Biaya |
| ton | | | | | |

4. Hasil Perhitungan Alat Kombinasi Alternatif 1-3

Tabel 7. Perhitungan Alternatif 1

| Alternatif I | | | | | | |
|--------------|-------------------------|-------------|--|-------------------|------------------|-----------|
| No | Jenis Alat | Jumlah Alat | Produktivitas Alat (m ³ /jam) | Waktu Kerja /hari | Biaya Alat (jam) | Total |
| 1 | <i>Excavator Bucket</i> | 2 | 231,6 | 14 | 793.880 | 2.083.388 |
| 2 | Hino Tronton (35 Ton) | 4 | 143,64 | 11 | 1.289.508 | |

Tabel 8. Perhitungan Alternatif 2

| Alternatif II | | | | | | |
|---------------|--------------------------|-------------|--|-------------------|------------------|-----------|
| No | Jenis Alat | Jumlah Alat | Produktivitas Alat (m ³ /jam) | Waktu Kerja /hari | Biaya Alat (jam) | Total |
| 1 | <i>Excavator Bucket</i> | 1 | 115,80 | 28 | 396.940 | 2.464.167 |
| 2 | <i>Excavator Breaker</i> | 1 | 112,15 | 29 | 409.232 | |
| 3 | Hino Tronton (35 Ton) | 3 | 107,73 | 15 | 967.131 | |
| 4 | Colt Diesel (14 Ton) | 4 | 112 | 14 | 690.864 | |

Tabel 9. Perhitungan Alternatif 3

| Alternatif III | | | | | | |
|----------------|--------------------------|-------------|--|-------------------|------------------|-----------|
| No | Jenis Alat | Jumlah Alat | Produktivitas Alat (m ³ /jam) | Waktu Kerja /hari | Biaya Alat (jam) | total |
| 1 | <i>Excavator Bucket</i> | 1 | 115,80 | 28 | 396.940 | 2.504.912 |
| 2 | <i>Excavator Breaker</i> | 2 | 224,3 | 14 | 818.464 | |
| 3 | Hino Tronton (35 Ton) | 4 | 143,64 | 11 | 1.289.508 | |

C. Pembahasan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, berikut merupakan pembahasan dari produktivitas, waktu, dan biaya operasional.

1. Produktivitas Alat

Nilai produktivitas alat berat di lapangan jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan tiga alternatif kombinasi alat berat. Alternatif III memiliki nilai produktivitas yang paling tinggi yaitu 483,74 m³/jam. Alternatif II memiliki nilai produktivitas sebesar 447,68

m³/jam, sedangkan untuk alternatif I memiliki nilai paling rendah diantara alternatif yaitu 375,24 m³/jam namun alternatif ini memiliki nilai lebih tinggi dari pada kombinasi alat di lapangan yang hanya sebesar 355,77 m³/jam.

2. Durasi Waktu

Berdasarkan analisis data, waktu yang diperlukan paling efektif diperoleh pada kombinasi alat Alternatif II yaitu maksimal 14 hari dengan kombinasi alat 2 unit *Excavator Bucket* dan 4 Unit Hino tronton. Sedangkan, pada keadaan lapangan maksimal hari kerja yaitu 29 hari dengan kombinasi alat 1 Unit *Excavator Bucket*, 1 Unit *Excavator Breaker*, 2 Unit Hino tronton, dan 2 Unit Colt Diesel.

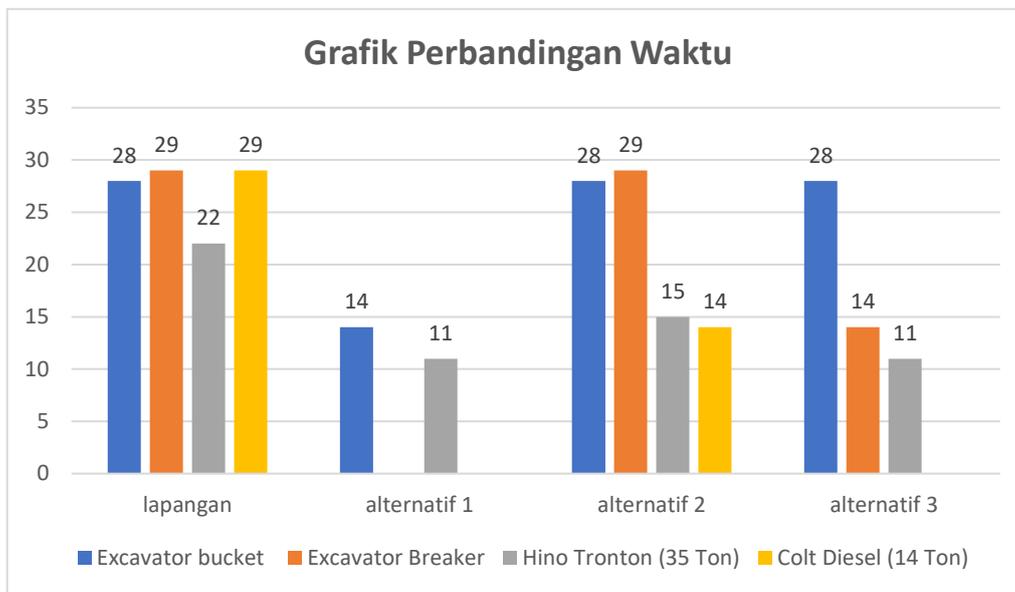
3. Biaya Operasional

Pada perhitungan biaya operasional per jam, dari ketiga alternatif ini memiliki nilai biaya operasional paling tinggi dibandingkan dengan kombinasi alat pada keadaan lapangan. Biaya operasional paling tinggi terdapat pada kombinasi alat alternatif III yaitu Rp 2,504,912. Alternatif I dan II memiliki nilai biaya operasional yaitu Rp 2,083,388 dan Rp 2,464,167. Sedangkan, pada keadaan lapangan biaya operasional yang dikeluarkan per jam hanya sebesar Rp 1,796,358.

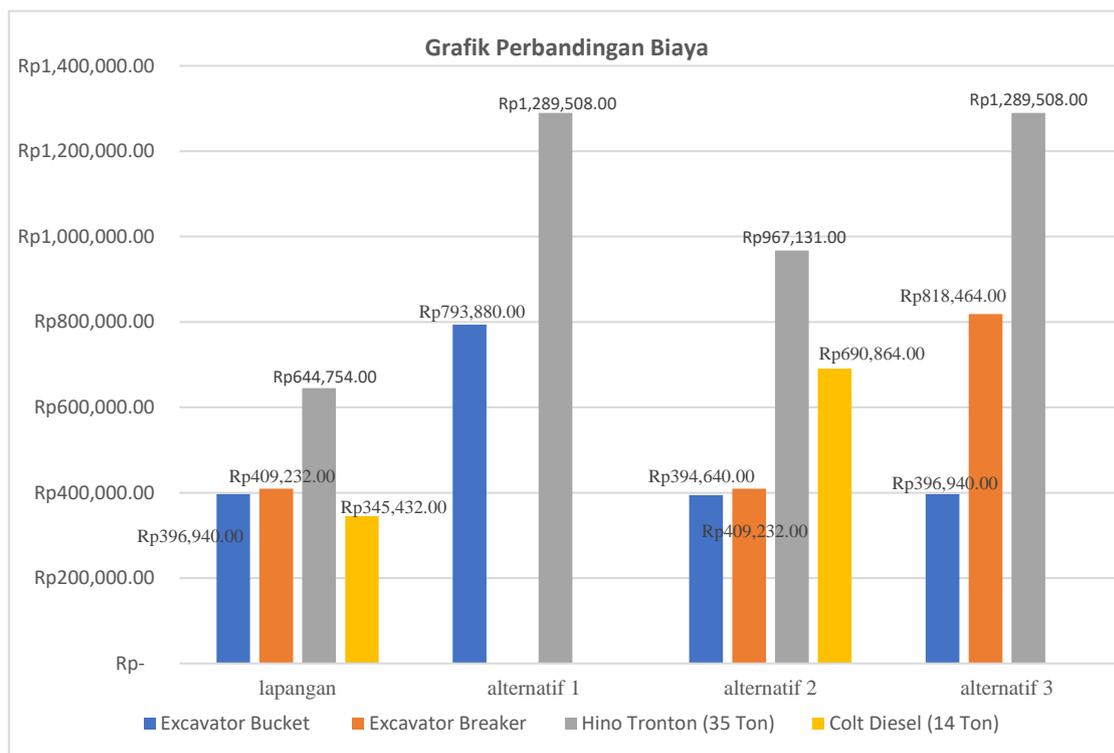
Perbandingan perhitungan kombinasi alat berdasarkan produktivitas alat, waktu kerja, dan biaya operasi alat dapat dilihat pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Perbandingan Perhitungan Keadaan Lapangan dengan 3 kombinasi

| No | Perbandingan Perhitungan | | | | |
|----|--------------------------|------------------------------|--|--------------------|--------------------------------|
| | Keterangan | Kombinasi Alat | Produktivitas Alat (m ³ /jam) | Waktu Kerja (Hari) | Biaya Operasional Per Jam (Rp) |
| 1 | Keadaan Lapangan | 1 Unit Excavator Bucket | 115,8 | 28 | 396,940 |
| | | 1 Unit Excavator Breaker | 112,15 | 29 | 409,232 |
| | | 2 Unit Hino tronton (35 Ton) | 71,82 | 22 | 644,754 |
| | | 2 Unit Colt Diesel (14 Ton) | 56,00 | 29 | 345,432 |
| | Jumlah | | 355,77 | | 1,796,358 |
| 2 | Alternatif I | 2 Unit Excavator Bucket | 231,6 | 14 | 793,880 |
| | | 4 Unit Hino tronton (35 Ton) | 143,64 | 11 | 1,289,508 |
| | Jumlah | | 375,24 | | 2,083,388 |
| 3 | Alternatif II | 1 Unit Excavator Bucket | 115,8 | 28 | 396,940 |
| | | 1 Unit Excavator Breaker | 112,15 | 29 | 409,232 |
| | | 3 Unit Hino tronton (35 Ton) | 107,73 | 15 | 967,131 |
| | | 4 Unit Colt Diesel (14 Ton) | 112,00 | 14 | 690,864 |
| | Jumlah | | 447,68 | | 2,464,167 |
| 4 | Alternatif III | 1 Unit Excavator Bucket | 115,80 | 28 | 396,940 |
| | | 2 Unit Excavator Breaker | 224,30 | 14 | 818,464 |
| | | 4 Unit Hino tronton (35 Ton) | 143,64 | 11 | 1,289,508 |
| | Jumlah | | 483,74 | | 2,504,912 |



Gambar 7. Grafik Perbandingan Waktu



Gambar 8. Grafik Perbandingan Biaya

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan data kombinasi alat di lapangan dengan tiga kombinasi alternatif lainnya yang sudah dilaksanakan maka didapat kesimpulan adalah kombinasi penggunaan alat berat di lapangan saat ini yaitu alat berat *excavator bucket* dengan waktu 28 hari, *excavator breaker* 29 hari, Hino Tronton (35 ton) 22 hari, dan Colt Diesel Canter (14 Ton) 29 hari dengan total biaya Rp 1.796.358/jam. Kombinasi alternatif I yaitu alat berat *excavator bucket* dengan waktu 14 hari dan Hino Tronton (35 ton) 11 hari dengan total biaya Rp 2.083.388/jam.

Kombinasi alternatif II yaitu alat berat *excavator bucket* dengan waktu 28 hari, *excavator breaker* 29 hari, Hino Tronton (35 ton) 15 hari, dan Colt Diesel Canter (14 Ton) 14 hari dengan total biaya Rp 2.464.167/jam. Kombinasi alternatif III yaitu alat berat *excavator bucket* dengan waktu 28 hari, *excavator breaker* 14 hari, dan Hino Tronton (35 ton) 11hari dengan total biaya Rp 2.504.912/jam.

REFERENSI

- [1] Hendriawan, Nandang & Mutaqin, Aditya. (2013). “Dampak Kegiatan Penambangan Pasir kuarsa Terhadap Lingkungan di Desa Sukajaya Kecamatan Pamarican Kabupaten Ciamis.” Laporan Penelitian. Universitas Siliwangi.
- [2] Sukandarrumidi. (1998). “Bahan Galian Industri.” Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [3] Bahri, dkk. (2015). “Estimasi Cadangan Batu Gamping di Desa Melirang, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik dengan Metode Resistivitas 2-Dimensi.” Jurnal Geosaintek. Hlm. 15-24.
- [4] Oppu Sungu, Syahputra R.B. (2017). “Pola Penyebaran Batu Gamping Bawah Permukaan Daerah Kasumpat Kecamatan Kutambaru Kabupaten Langkat dengan Menggunakan Metode Geolistrik Schlumberger.” Laporan Penelitian. Universitas Negeri Medan.
- [5] Heryandi, Djurindar P. (2018). “Analisis1produktivitas Kombinasi Alat Berat pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII.” Laporan Penelitian. Universitas Islam Indonesia.
- [6] Nazir, Moh. Ph. D. (2009). “Metode Penelitian.” Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [7] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No 1. (2022). Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- [8] Arifin, Ari Syaiful Rahman. (2023). “Alat Berat dan PTM: Alat Gali (Excavator).” Padang: Universita Negeri Padang.