

ANALISA PERBANDINGAN PENGGALIAN BATU KERAS DITINJAU DARI SEGI BIAYA DAN WAKTU DENGAN METODE *BLASTING* DAN *EXCAVATOR HYDRAULIC BREAKER*

Efristka Anggraeny¹, Muhamad Afif Nur Hisyam²

Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
21035010023@student.upnjatim.ac.id, 21035010016@student.upnjatim.ac.id

Abstract

Road construction includes hard rock excavation work which can use several methods such as using heavy equipment, excavators, hydraulic breakers or using the blasting method. Using the right method can speed up construction work time. However, using the right method requires an important factor that needs to be taken into account. The method used must be right on target so that it does not burden other aspects of a large-scale project. So it is necessary to analyze the productivity of each method by taking into account field conditions, type of equipment, costs and work time. This research aims to analyze the effectiveness of the two methods in terms of cost and time. The excavation volume under review is 2808 m³, with the productivity of the hydraulic breaker excavator obtained from direct observation in the field being 95.93 m³/hour; so the work will be completed in 29.27 hours. Meanwhile, if the blasting method is used, with productivity obtained from direct observation in the field, starting from drilling, filling explosives and blasting, the work will be completed in 10.19 hours. In terms of cost, with the same excavation volume, the excavator hydraulic breaker method costs Rp. 64,123,488.00, while the blasting method costs Rp. 61,776,000.00. So the blasting method is 57.70% more effective in terms of time and 3.66% in terms of cost.

Abstrak

Pembangunan jalan terdapat pekerjaan galian batuan keras dapat menggunakan beberapa metode seperti menggunakan alat berat *excavator hydraulic breaker* atau menggunakan metode peledakan (*blasting*). Penggunaan metode yang tepat dapat mempercepat waktu pengerjaan konstruksi. Namun penggunaan metode yang tepat memerlukan merupakan faktor penting yang perlu diperhitungkan. Metode yang digunakan harus tepat sasaran sehingga tidak memberatkan aspek-aspek lainnya dalam suatu proyek dalam skala besar. Sehingga perlu analisa produktivitas tiap metode dengan memperhatikan kondisi lapangan, tipe alat, biaya, dan waktu pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa efektivitas dari kedua metode tersebut dari segi biaya dan waktu. Volume galian yang ditinjau ialah 2.808 m³, dengan produktivitas *excavator hydraulic breaker* yang didapat dari pengamatan langsung di lapangan ialah 95,93 m³/jam, maka pekerjaan akan selesai dalam waktu 29,27 jam. Sedangkan jika menggunakan metode peledakan (*blasting*), dengan produktivitas yang didapat dari pengamatan langsung di lapangan, mulai dari pengeboran, pengisian bahan peledak, dan peledakan, maka pekerjaan akan selesai dalam waktu 12,38 jam. Dari segi biaya dengan volume galian yang sama, metode *excavator hydraulic breaker* memerlukan biaya Rp. 64.123.488,00, sedangkan metode peledakan (*blasting*) memerlukan biaya Rp. 61.776.000,00. Sehingga metode *blasting* lebih efektif 57,70 % dari segi waktu dan 3,66% dari segi biaya.

Article History

Submitted: 05 December 2024

Accepted: 14 December 2024

Published: 15 December 2024

Key Words

Excavator hydraulic
breaker, blasting,
excavation.

Sejarah Artikel

Submitted: 05 December 2024

Accepted: 14 December 2024

Published: 15 December 2024

Kata Kunci

Galian, excavator hydraulic
breaker, peledakan.

Pendahuluan

Jalan merupakan suatu sarana yang berfungsi untuk perpindahan manusia atau barang agar dapat melewati darat, laut, maupun udara dengan cepat (Ibnu Sholichin, 2023). Pembangunan suatu jalan juga harus selaras dengan tingkat kemajuan teknologi, keperluan masyarakat, dan kebutuhan aspek lainnya (Ibnu Solichin, 2024).

Pada pembangunan jalan ini terdapat beberapa tahapan pekerjaan, contohnya adalah pekerjaan tanah yang meliputi pekerjaan galian, timbunan, pemadatan, dan pengangkutan tanah (Rizky Nugrahing Nur Assyifa, 2022).

Pekerjaan yang memiliki volume besar adalah pekerjaan galian dan pekerjaan timbunan tanah (*cut and fill*). Volume terbesar pada pekerjaan galian ini disebabkan karena adanya perubahan desain yang perancangannya dilalui perbukitan (Dadhan Harusda, 2024).

Dikarenakan biaya dalam pekerjaan galian dan timbunan sangat besar dan waktu pelaksanaan yang terbatas maka dirubah menjadi *open cut*. Pekerjaan ini terdapat material bebatuan keras yang sulit dikerjakan dengan *excavator*. Sehingga dalam pekerjaan galian dan timbunan ini diperlukan alat berat *rock drill beaker* dan peledakan tanah (*blasting*) (Dadhan Harusda, 2024).

Rock drill breaker adalah alat berat yang berfungsi untuk membantu pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*). Fungsi utama alat ini yaitu untuk menghancurkan benda – benda yang keras pada pekerjaan galian, pengeboran, perbaikan bangunan, dan jalan raya (Rizky Nugrahing Nur Assyifa, 2022).

Beberapa hal yang mempengaruhi efektivitas alat berat dalam bekerja, antara lain:

1. Kemampuan operator dalam menggunakan alat.
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat berat.
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat alat.
4. Topografi dan volume pekerjaan
5. Kondisi cuaca
6. Metode pelaksanaan alat berat (Muhammad Alan, 2021).

Produktivitas alat berat ialah hasil dari volume yang telah dikerjakan dalam satuan waktu dikali dengan faktor efisiensi alat. Cara umum untuk menentukan efisiensi alat ialah dengan menghitung berapa menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam (Akbar, 2020). Sebagai pendekatan dapat dipergunakan tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi Alat

Kondisi Operator	Kondisi Alat				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0.83	0.81	0.76	0.7	0.63
Baik	0.78	0.75	0.71	0.65	0.6
Sedang	0.72	0.69	0.65	0.6	0.54
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Buruk Sekali	0.52	0.5	0.47	0.42	0.32

Peledakan (*blasting*) adalah kegiatan memecah material batuan dengan menggunakan bahan peledak untuk menghancurkan penutup tanah, batuan keras atau material yang berasal dari batuan induk (Harum Novalia, 2022). Kegiatan *blasting* memiliki tingkat resiko kecelakaan kerja yang tinggi dikarenakan adanya *ground vibration* dan *flyrock* (Nurul Ain Syuhada, 2024). Resiko kecelakaan kerja yang tinggi dapat disebabkan oleh faktor lingkungan yang tidak aman, peralatan kerja yang kurang aman, dan *human error*. Lingkungan kerja yang tidak aman dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, kondisi alat kerja yang tidak layak dan pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri yang memenuhi standar keselamatan (Arina ‘arofatuz Zakiyah, 2024)

Teknik peledakan adalah kegiatan setelah pengeboran tanah yang memiliki tujuan melepaskan batuan dari batuan induknya sehingga menjadi pecahan batuan yang berukuran kecil. Peledakan ini dapat memudahkan proses penanganan material selanjutnya (Nabila, 2023).

Pengeboran adalah kegiatan yang dilakukan sebelum mengisi bahan peledak dan kegiatan untuk membuat rangkaian peledakan di area peledakan. Tujuan pengeboran adalah untuk membuat lubang yang akan diisi bahan peledak sebelum kegiatan peledakan (*blasting*) (Indry Agnesty, 2019).

Produktivitas pekerjaan pengeboran dipengaruhi oleh kecepatan pada saat pengeboran, efisiensi alat, dan volume setara. Kecepatan pada kegiatan pengeboran dapat dihitung dengan menjumlahkan siklus waktu untuk berbagai tahapan proses dalam pengeboran. Sedangkan untuk volume setara dapat diukur dengan volume batuan yang akan diledakkan per meter lubang bor. Efisiensi pengeboran juga dihitung untuk menilai kinerja alat bor dibandingkan dengan waktu kerja yang tersedia (Aprilia Astra Anggraini, 2024).

Geometri peledakan adalah patokan yang digunakan untuk menentukan pola peledakan dalam kegiatan *blasting* (peledakan). Dalam pelaksanaan kegiatan peledakan ada tujuh standar dasar geometri peledakan yaitu: *burden*, *spacing*, *stemming*, *subdrilling*, kedalaman lubang ledak. Geometri peledakan memengaruhi hasil peledakan, apabila geometri peledakan dinyatakan baik maka akan menghasilkan ukuran batuan yang pecah sudah sesuai tanpa bongkah, serta keamanan alat – alat mekanis dan keselamatan pekerja yang terjamin (Sulistiyono, 2022).

Manajemen kontruksi adalah sumber daya dalam suatu proyek bangunan yang dapat diterapkan secara benar. Sumber daya proyek ini dapat dikelompokkan dalam 5M yaitu *Manpower*, *Material*, *Machines*, *Money* dan *Method*. Manajemen mencakup kegiatan yang dilakukan, penyusunan personalia, pengawasan dan pengarahan (Aflahan Naufal, 2024).

Produktivitas ialah suatu kemampuan suatu pekerjaan atau alat berat yang menghasilkan output atau volume satuan waktu tertentu. Untuk memperkirakan suatu produktivitas pekerjaan atau alat berat diperlukan adanya faktor efisiensi kerja (R. M. Sokop, 2018).

Dalam mengoptimalkan produktivitas dari pekerjaan peledakan dan *rock drill breaker* tidak hanya mengkaji dari aspek teknis, namun juga mempertimbangkan aspek ekonominya. Maka diperlukan perhitungan produktivitas yang meninjau dari segi waktu dan biaya.

Tujuan penelitian adalah untuk menganalisa efektivitas pekerjaan *rock drill breaker* dan pekerjaan *blasting* dari segi biaya dan waktu.

Metode Penelitian

Umum

Metode penelitian adalah suatu langkah untuk menyelesaikan masalah penelitian secara sistematis dan terarah sehingga dapat diperoleh hasil yang diinginkan. Metode penelitian yang digunakan ialah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah
2. Pengumpulan data
 - a. Data sekunder
 - b. Data primer
3. Pengolahan data
4. Kesimpulan

Pengumpulan data

Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui pengamatan langsung, wawancara dengan pihak terkait atau hasil penelitian terhadap suatu objek, yang termasuk kategori data primer adalah:

- a. Pengamatan waktu yang dibutuhkan di lapangan untuk produktivitas *Rock Drill Breaker*, *Crawler Rock Drill*, pekerjaan pengisian bahan peledak, *clearing area* sebelum peledakan, dan hingga peledakan untuk melaksanakan suatu kegiatan atau disebut dengan siklus.
- b. Jam kerja di mulai dari pagi jam 08.00 WIB dan berakhir pada sore hari jam 17.00 WIB (8 jam kerja efektif).
- c. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) untuk pekerjaan *rock drill breaker* dan pekerjaan peledakan.
- d. Volume galian pekerjaan untuk galian batuan keras.

Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah ada yang diperoleh pada suatu jurnal atau instansi dan dapat langsung dipakai tanpa perlu pengolahannya.

Hasil dan Pembahasan

Produktivitas Rock Drill Breaker

Pekerjaan menggunakan *rock drill breaker* (pemecah batu) adalah proses memecahkan atau menghancurkan batu atau beton menggunakan alat berat yang disebut *rock drill breaker* atau *excavator hydraulic breaker*. *Rock drill breaker* memiliki berbagai ukuran dan kekuatan tergantung pada kebutuhan proyek. Pengoperasiannya juga memerlukan keterampilan khusus.

Berikut adalah perhitungan produktivitas berdasarkan pengamatan langsung di lapangan menggunakan *Rock Drill breaker* dengan merk Komatsu tipe PC200-8M1:

Tabel 2. Sampel 1 Produktivitas *Rock Drill Breaker*

Sampel 1		
Waktu survei (w)	5	jam
Panjang (p)	8,8	m
Lebar (l)	10	m
Kedalaman (t)	5,8	m
Volume (v)	510,4	m ³
Produktivitas per jam (v / w)	102,08	m ³ /jam

Sumber: Data Penyusun

Tabel 3. Sampel 2 Produktivitas *Rock Drill Breaker*

Sampel 2		
Waktu survei (w)	3	jam
Panjang (p)	25,5	m
Lebar (l)	2,24	m
Kedalaman (t)	5,3	m
Volume (v)	302,74	m ³
Produktivitas per jam (v / w)	100,91	m ³ /jam

Sumber: Data Penyusun

Tabel 4. Sample 3 Produktivitas *Rock Drill Breaker*

Sampel 3		
Waktu survei (w)	4	jam
Panjang (p)	8	m
Lebar (l)	2	m
Kedalaman (t)	5,3	m
Volume (v)	84,8	m ³
Produktivitas per jam (v / w)	84,80	m ³ /jam

Sumber: Data Penyusun

Dari data di atas, maka rata-rata produktivitas per jam ialah:

$$Q = \frac{\text{sampel 1} + \text{sampel 2} + \text{sampel 3}}{3}$$

$$Q = \frac{102,08 + 100,91 + 84,80}{3}$$

$$Q = 95,93 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dari data lapangan diatas, menunjukkan bahwa produktivitas *rock drill breaker* ialah 95,93 m³/jam

Produktivitas Peledakan

Tahapan pekerjaan peledakan dibagi menjadi 3 tahap, yaitu:

- Pekerjaan pengeboran
- Pengisian bahan peledak
- Pekerjaan Peledakan

Produktivitas Pekerjaan Pengeboran

Untuk menghitung produktivitas *crawler rock drill* dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{1xEx60}{T_s}$$

Keterangan:

Q = Produktivitas (lubang/jam)

E = Faktor efisiensi kerja

T_s = Waktu siklus

Berikut adalah perhitungan waktu siklus pekerjaan pengeboran menggunakan *crawler rock drill*:

Tabel 5. Sampel 1 Siklus *Crawler Rock Drill*

Sampel 1			
No. Lubang	Bor (menit)	Angkat Bor (menit)	Pindah (menit)
1	2,08	0,20	0,53
2	2,00	0,25	0,52
3	2,25	0,25	0,50
4	2,10	0,25	0,50
5	2,13	0,35	0,68
6	1,70	0,20	0,50
7	1,95	0,28	0,47
8	2,00	0,25	0,50
9	2,00	0,25	0,33
10	1,82	0,25	0,48
Rata-rata	2,00	0,25	0,50

Sumber: Data Penyusun

Tabel 6. Sampel 2 Siklus *Crawler Rock Drill*

Sampel 2			
No. Lubang	Bor (menit)	Angkat Bor (menit)	Pindah (menit)
1	3,08	0,20	0,53
2	3,00	0,25	0,52
3	2,62	0,25	0,53
4	2,70	0,25	0,50
5	3,10	0,38	0,68
6	2,70	0,20	0,50
7	2,42	0,28	0,47
8	3,00	0,25	0,53
9	2,00	0,25	0,33
10	1,83	0,25	0,48
Rata-rata	2,65	0,26	0,51

Sumber: Data Penyusun

Tabel 7. Sampel 3 Siklus *Crawler Rock Drill*

Sampel 3			
No. Lubang	Bor (menit)	Angkat Bor (menit)	Pindah (menit)
1	1,80	0,20	0,53
2	1,22	0,25	0,52
3	1,57	0,25	0,53
4	1,17	0,25	0,50
5	1,00	0,38	0,68
6	1,25	0,20	0,50
7	1,25	0,28	0,47
8	1,37	0,25	0,53
9	1,22	0,25	0,33
10	1,35	0,25	0,48
Rata-rata	1,32	0,26	0,51

Sumber: Data Penyusun

Dari data di atas, maka rata-rata waktu bor, angkat bor, dan pindah ke lubang lain ialah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu bor} &= \frac{\text{sampel 1} + \text{sampel 2} + \text{sampel 3}}{3} \\
 &= \frac{2 + 2,65 + 1,32}{3} \\
 &= 1,99 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu angkat} &= \frac{\text{sampel 1} + \text{sampel 2} + \text{sampel 3}}{3} \\
 &= \frac{0,25 + 0,26 + 0,26}{3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,26 \text{ menit} \\ \text{Waktu pindah} &= \frac{\text{sampel 1} + \text{sampel 2} + \text{sampel 3}}{3} \\ &= \frac{0,5 + 0,51 + 0,51}{3} \end{aligned}$$

$$= 0,51 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus} &= 1,99 + 0,26 + 0,51 \\ &= 2,75 \text{ menit} \end{aligned}$$

Produktivitas pengeboran per jam:

Kondisi alat = baik

Kondisi operator = baik sekali

Faktor efisiensi kerja = 0.81

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas (Q)} &= \frac{1xEx60}{Ts} \\ &= \frac{1x0.81x60}{2.75} \\ &= 17,67 \text{ lubang/jam} \end{aligned}$$

Produktivitas Pengisian Bahan Peledak

Tabel 8. Waktu Pengisian Lubang dengan Bahan Peledak

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Jumlah lubang	180 titik	100 titik	100 titik
Total waktu pengisian	1.92 jam	1 jam	1.17 jam
Waktu pengisian 1 lubang	38.4 detik	36 detik	42 detik

Sumber: Data penyusun

Menurut data lapangan di atas, waktu pengisian bahan peledak yang terdiri senyawa *Amonium Nitrat, dinamit, kabel, dan detonator* ialah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W &= \frac{\text{sampel 1} + \text{sampel 2} + \text{sampel 3}}{3} \\ &= \frac{38,4 + 36 + 42}{3} \\ &= 38,8 \text{ detik} \end{aligned}$$

Produktivitas Peledakan

Tabel 9. Waktu Peledakan

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Clearing area	9,33 menit	7,07 menit	8,82 menit
TBM sebelum peledakan	5,03 menit	5,48 menit	4,08 menit
Peledakan	2,00 menit	1,80 menit	1,63 menit
Total waktu	16,37 menit	14,35 menit	14,53 menit

Sumber: Data Penyusun

Menurut data lapangan, waktu *clearing area* demi keamanan, *TBM* sebelum peledakan, hingga peledakan ialah sebagai berikut:

$$Q = \frac{\text{sampel 1} + \text{sampel 2} + \text{sampel 3}}{3}$$

$$= \frac{16,37 + 14,35 + 14,53}{3}$$

$$= 15,08 \text{ menit}$$

Perbandingan Produktivitas *Rock Drill Breaker* dan Peledakan

Data Peledakan Tanah Batuan

- a. Lubang peledakan : 180 titik
- b. Kedalaman : 2,6 meter
- c. Volume galian : 2.808 m³
- d. Jam kerja : 8 jam

Produktivitas *Rock Drill Breaker*

– Produktivitas = 95,93 m³/jam

– Waktu penyelesaian

$$W = \frac{\text{Volumegalian}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{2808 \text{ m}^3}{95,93 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 29,27 \text{ jam}$$

Maka pekerjaan akan selesai dalam waktu 29,27 jam = 3,65 hari

Produktivitas Peledakan

a. Pekerjaan Pengoboran

– Produktivitas = 17,67 lubang/jam

– Waktu penyelesaian

$$W = \frac{\text{Jumlah lubang}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{180 \text{ lubang}}{17,67 \text{ lubang/jam}}$$

$$= 10,19 \text{ jam}$$

Maka pengeboran akan selesai dalam waktu 10,19 jam = 1,27 hari

b. Pekerjaan pengisian bahan peledak

Produktivitas pengisian bahan peledak per titik ialah 38.8 detik/lubang

– Produktivitas per jam

$$Q = \frac{3600}{\text{waktu per lubang}} = \frac{3600}{38,8}$$

$$= 92,78 \text{ lubang/jam}$$

– Waktu penyelesaian

$$W = \frac{\text{Jumlah lubang}}{\text{Produktivitas}} = \frac{180 \text{ lubang}}{92,78 \text{ lubang/jam}}$$

$$= 1,94 \text{ jam}$$

Maka pengisian bahan peledak akan selesai dalam waktu 1,94 jam

c. Pekerjaan peledakan

Menurut data lapangan, waktu clearing area demi keamanan, *TBM* sebelum peledakan, hingga peledakan ialah 15,08 menit = 0,25 jam

d. Total produktivitas pekerjaan peledakan

= Pengeboran + pengisian + peledakan

= 10,19 + 1,94 + 0,25

= 12,38 jam

= $\frac{12.38}{8} = 1,55$ hari

Maka pekerjaan peledakan akan selesai dalam waktu 12,38 jam = 1,55 hari

Perbandingan Perhitungan Biaya Pekerjaan

Pekerjaan Rock Drill Breaker

Untuk AHSP biaya pekerjaan *rock drill breaker* ialah sebagai berikut:

Tabel 10. AHSP Item Pekerjaan Galian Batu dengan *Rock Drill Breaker* (m3)

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT.	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I Upah Tenaga Kerja					
1.1	Operator	jam/m3	0,004	200.000,00	800,00
Sub Jumlah I					800,00
II Peralatan					
2.1	<i>Rock Drill Breaker</i>	jam/m3	0,032	320.000,00	10.240,00
Sub Jumlah II					10.240,00
III Bahan					
3.1	<i>BBM Rock Drill Breaker</i>	liter/m3	0,72	13.500,00	9.720,00
Sub Jumlah III					9.720,00
Total Sub (I+II+III)					20.760,00
Overheat (10%)					2.076,00
Total Jumlah (total sub + overheat)					22.836,00

Sumber: Data Proyek

Biaya galian batu keras dengan *rock drill breaker*

= Volume galian x AHSP *rock drill breaker*

= 2808 m³ x Rp. 22.836,00

= Rp. 64.123.488,00

Pekerjaan Peledakan

Untuk AHSP biaya pekerjaan peledakan ialah sebagai berikut:

Tabel 11. AHSP Item Pekerjaan Galian Batu dengan Peledakan (m3)

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT.	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1	Peledakan	m3	1.000	20.000,00	20.000,00
Overheat (10%)					2.000,00
Total Jumlah (total sub + overheat)					22.000,00

Sumber: Data Proyek

Biaya galian batu keras dengan peledakan

= Volume galian x AHSP peledakan

= 2808 m³ x Rp. 22.000,00

= Rp. 61.776.000,00

Hasil Perhitungan

Tabel 12. Hasil Perbandingan Metode Rock Drill Breaker dan Metode Peledakan

NO	ITEM PEKERJAAN	VOL. (m3)	HARGA SATUAN (Rp.)	DURASI (Jam)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1	Pekerjaan Rock Drill Breaker	2808	22.836,00	29,27	64.123.488,00
2	Pekerjaan Peledakan	2808	22.000,00	12,38	61.776.000,00
			Selisih	16,89	2.347.488,00
			Efisiensi (%)	57,70%	3,66%

Sumber: Data Penyusun

Kesimpulan

Dari perhitungan di atas menunjukkan bahwa pekerjaan galian batu keras dengan metode peledakan lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode *rock drill breaker*. Dengan volume galian 2.808 m³, metode *rock drill breaker* memerlukan waktu 29,27 jam dan biaya sebesar Rp. 64.123.488,00. Sedangkan dengan menggunakan metode peledakan dengan volume galian yang sama memerlukan waktu 12,38 jam dan biaya sebesar Rp. 61.776.000,00. Metode peledakan lebih cepat 16,89 jam dan lebih terjangkau dalam biaya sebesar Rp. 2.347.488,00. Sehingga metode peledakan lebih efisien 57,70% dalam hal durasi, dan 3,66% dalam hal biaya.

Referensi

- Aflahan Naufal, W. V. (2024). Studi Evaluasi Manajemen Kontruksi Pekerjaan Galian Batu Dengan Peledakan Pada Bangunan Pelimpah Proyek Pembangunan Bendungan Budong - Budong. *Jurnal Inovasi Kontruksi*, 3.
- Akbar, E. H. (2020). Kajian Efisiensi Produktifitas Alat Berat pada Proyek Jalan (Studi kasus: Ruas Jalan Mendalo Darat (Sp.Tiga)-Bts.Kota Jambi) . *Jurnal Civronlit Unbari*.
- Aprilia Astra Anggraini, A. H. (2024). Analisa Pengaruh Kinerja Alat Bor Furukawa HCR 1200 Terhadap Pencapaian Target Produksi Batu Andesit Bulan Februari Di PT. Bukit Asam Tbk. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, 4.
- Arina ‘arofatuz Zakiyah, D. A. (2024, April). Identifikasi Bahaya Proses Blastingdan Paintingdi Perusahaan Fabrikasi Menggunakan Job Hazard Analysis(JHA). *Jurnal sains dan teknologi*, 3, 186-198.

- Dadhan Harusda, S. S. (2024). ekerjaan Blasting sebagai Upaya Peningkatkan Kapasitas Produksi Pekerjaan Galian Tanah pada Proyek Jalan Tol Ruas Sigli-Banda Aceh. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 2, 99-103.
- Harum Novalia, F. F. (2022). Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batu Kapur Di PT. Semen Padang. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 1, 683 - 699.
- Ibnu Sholichin, M. N. (2023). Analisis Penerapan Keselamatan Jalan Ruas Jalan Arteri Denanyar-Bandarkedungmulyo. *Jurnal Forum Mekanika*.
- Ibnu Solichin, Y. T. (2024). Analisis Dampak Lalu Lintas Akibat AKtivitas pada Kawasan Pasar Turi Baru Surabaya. *Agregat*.
- Indry Agnesty, B. P. (2019). Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batuan Granit Di PT. Hansindo Mineral Persada. *Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 6.
- Muhammad Alan, D. J. (2021). Evaluasi Kinerja Alat Mekanis Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup Di PT. Seluma Prima Coal Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun. *Jurnal Mine Migazine*, 2.
- Nabila, L. P. (2023). *Kajian Biaya Peledakan Terhadap Geometri Peledakan Untuk Mencapai Target Massa Batuan Terbongkar dan Fragmentasi Pada Proses Pembongkaran Batu Kapur Di PT. Semen Padang*. Jambi: Repository Universitas Jambi.
- Nurul Ain Syuhada, L. F. (2024). Identifikasi Bahaya dan Pengendalian Risiko K3 Menggunakan Metode JSA (Job Safety Analysis) pada Pekerjaan Wet Blasting dan Painting di Area Dehydrator Vessel V-1007 S PT. XYZ. *Indonesian research journal on education*, 4, 1083-1088.
- R. M. Sokop, T. T. (2018). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) dan alat angkut (Dump Truk) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residen Jordan Sea. *Jurnal Tekno*.
- Rizky Nugrahing Nur Assyifa, B. P. (2022). Analisis Produktivitas Alat Berat Untuk Pekerjaan Galian Pada Proyek Pembangunan Jalan Tepus-Jerukwadel II (STA 25+100 - 25+225). *Jurnal ISAINTEK*, 5, 19-23.
- Sulistiyono, B. (2022). *Modifikasi Geometri Peledakan (Blasting) Untuk Meningkatkan Efektivitas Peledakan (Blasting) Di Quarry*. Yogyakarta.