



## Studi Pengaruh Geometri Peledakan terhadap Biaya Pemboran dan Biaya Peledakan pada PT Unggul Dinamika Utama Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur

Berliani Wahyu Ningrum<sup>1\*</sup>, Tommy Trides<sup>2</sup>, Rety Winonazada<sup>3</sup>, Revia Oktaviani<sup>4</sup>, Lucia Litha Respati<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Mulawarman, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [berlianwhyu@gmail.com](mailto:berlianwhyu@gmail.com)<sup>1</sup>

**Abstract.** This study aims to analyze the effect of blasting geometry on drilling and blasting costs in mining operations at PT Unggul Dinamika Utama, Kutai Timur Regency, East Kalimantan Province. The research focuses on comparing two operational areas, namely PIT Tempudo 6 and PIT East, which apply different blasting geometries: a burden of 7 m and spacing of 8 m at PIT Tempudo 6, and a burden of 8 m and spacing of 9 m at PIT East. The research method involved collecting primary data from actual field drilling and blasting activities, as well as secondary data from the company. The parameters analyzed included blasting geometry, explosive consumption, and operational costs of drilling and blasting. The results show that the total drilling cost at PIT Tempudo 6 was Rp. 215,689,696, while at PIT East it was Rp. 162,177,899. The total blasting cost at PIT Tempudo 6 reached Rp. 3,023,066,977.60, while at PIT East it was Rp. 1,780,839,602.80. Thus, the total operational cost of blasting activities at PIT Tempudo 6 amounted to Rp. 3,238,756,673.60, and at PIT East amounted to Rp. 1,943,017,501.80. It can be concluded that differences in blasting geometry significantly affect operational cost efficiency. Larger burden and spacing values lead to more efficient costs by reducing the number of drill holes and explosive consumption per blasted rock volume.

**Keywords:** Blasting Cost; Blasting Geometry; Drilling Cost; Mining Operations; Operational Efficiency.

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh geometri peledakan terhadap biaya pemboran dan biaya peledakan pada kegiatan penambangan di PT Unggul Dinamika Utama, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Fokus penelitian adalah membandingkan dua area operasi, yaitu PIT Tempudo 6 dan PIT East, yang masing-masing menerapkan geometri peledakan berbeda: *burden* 7 m dan *spacing* 8 m pada PIT Tempudo 6, serta *burden* 8 m dan *spacing* 9 m pada PIT East. Metode penelitian dilakukan melalui pengumpulan data primer dari hasil kegiatan pemboran dan peledakan aktual di lapangan, serta data sekunder dari perusahaan. Parameter yang dianalisis meliputi geometri peledakan, konsumsi bahan peledak, dan biaya operasional pemboran serta peledakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total biaya pemboran pada PIT Tempudo 6 sebesar Rp. 215.689.696, sedangkan pada PIT East sebesar Rp. 162.177.899. Total biaya peledakan pada PIT Tempudo 6 mencapai Rp. 3.023.066.977,60, sedangkan PIT East sebesar Rp. 1.780.839.602,80. Dengan demikian, total biaya operasional kegiatan peledakan pada PIT Tempudo 6 sebesar Rp. 3.238.756.673,60 dan pada PIT East sebesar Rp. 1.943.017.501,80. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perbedaan geometri peledakan berpengaruh signifikan terhadap efisiensi biaya operasional. Geometri dengan *burden* dan *spacing* yang lebih besar menghasilkan efisiensi biaya yang lebih baik, karena mengurangi jumlah lubang bor dan konsumsi bahan peledak per volume batuan yang diledakkan.

**Kata Kunci:** Biaya Peledakan; Biaya Pemboran; Efisiensi Operasional; Geometri Peledakan; Operasi Penambangan.

### 1. LATAR BELAKANG

Dalam kegiatan penambangan terbuka, peledakan merupakan salah satu tahapan penting dalam proses pemberaian batuan. Efisiensi kegiatan peledakan sangat dipengaruhi oleh rancangan geometri yang mencakup *burden*, *spacing*, kedalaman lubang, dan panjang *stemming*. Perbedaan dalam penentuan geometri dapat berpengaruh terhadap fragmentasi

batuan, produktivitas alat gali-muat, serta biaya pemboran dan peledakan. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menentukan konfigurasi geometri yang paling efisien dari segi teknis maupun ekonomis.

## 2. KAJIAN TEORITIS

### Pola Pemboran

Menurut Suwandi (2009), pemboran adalah kegiatan awal pembuatan lubang ledak sesuai geometri dan pola ledak yang ditentukan. Pola pemboran terbagi dua yaitu, sejajar (*parallel*), dan selang-seling (*staggered*). Pada tambang terbuka ada tiga pola utama:

1. Bujur sangkar (*square*) — *burden* = spasi ( $B = S$ ), *delay* berbentuk V untuk mengarahkan material ke titik kumpul.
2. Persegi panjang (*rectangular*) — spasi antar lubang dalam satu baris lebih besar dari *burden*.
3. Zig-zag (*staggered*) — kombinasi *square* dan *rectangular*; memberi keseimbangan tekanan baik dan mengurangi jumlah *delay*.

### Definisi Peledakan dan Geometri Peledakan

Peledakan adalah proses pemecahan dan pemindahan massa batuan menggunakan bahan peledak melalui reaksi kimia cepat, agar batuan mudah digali dan diangkut sesuai standar lingkungan dan K3 (Rande, 2021). Tujuannya menghasilkan batuan lepas dengan fragmentasi sesuai kebutuhan produksi. Hasil peledakan memengaruhi produktivitas dan biaya operasi, diawali dengan pemboran untuk membuat lubang yang kemudian diisi bahan peledak (Nurislam dkk., 2016).

Geometri peledakan bertujuan untuk memperoleh ukuran fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan, sehingga perlu memperhatikan geometri dalam suatu perencanaan peledakan. Dalam pengamatan yang dilakukan dilapangan, ada beberapa parameter dari geometri peledakan yang sangat menentukan fragmentasi batuan hasil dari peledakan (Konya, 1990), antara lain:

1. *Burden* (B), yaitu jarak tegak lurus lubang bor terhadap bidang bebas (*freeface*).

$$B = 3,15 \times De \times \left[ \frac{SGe}{SGr} \right]^{0.33} \quad (1)$$

$$B = \left[ \frac{2SGe}{SGr} + 1,5 \right] \times De \quad (2)$$

$$B = 0,67 \times De \times \left[ \frac{SGe}{SGr} \right]^{0.33} \quad (3)$$

Keterangan :

B = *Burden* (m)

De = Diameter Lubang (mm)

SGe = *Specific Gravity of Explosive* (g/cm<sup>3</sup>)

SGr = *Specific Gravity of Rock* (g/cm<sup>3</sup>)

Stv = *Relative Bulk Strength of Explosive* (ANFO = 100)

Struktur geologi daerah juga diperlukan sebagai faktor koreksi terhadap jarak burden. Sedangkan untuk peledakan dimana material hasil peledakan sebelumnya belum seluruhnya dipindahkan (buffer blasting) maka diperlukan faktor koreksi terhadap *burden* sebesar Kr sehingga besarnya burden terkoreksi dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$Bc = Kd \times Ks \times Kr \times B \quad (4)$$

Keterangan :

Bc = *Burden* terkoreksi (m)

B = *Burden* (m)

Kd = Faktor koreksi terhadap posisi lapisan batuan (*bedding orientation*)

Ks = Faktor koreksi terhadap struktur geologi (*geologi structur*)

Kr = Faktor koreksi terhadap jumlah baris (*correction of number of row*) dan *buffer blast*)

2. *Spacing (S)*, yaitu jarak diantara lubang ledak dalam satu garis yang sejajar dengan bidang bebas. Besarnya *spasi* dihitung berdasarkan pada perbandingan antara tinggi jenjang dengan *burden* (L/B) dan *delay* yang digunakan. Besarnya *spasi* dapat dihitung berdasarkan pada persamaan berikut :

Untuk tinggi jenjang rendah (L/B<4)

a. *Instantaneus initiation*

$$S = (L + 2B)/8 \quad (5)$$

b. *Delayed initiation*

$$S = (L + 7B)/8 \quad (6)$$

Untuk tinggi jenjang tinggi (L/B>4)

a. *Instantaneus initiation*

$$S = 2B \quad (7)$$

b. *Delayed initiation*

$$S = 1,4B \quad (8)$$

Keterangan :

$S$  = Jarak *spasi* (m)

$L$  = Tinggi jenjang (m)

$B$  = Jarak *burden* (m)

3. Diameter Lubang Ledak ( $d$  atau  $\emptyset$ ), merupakan faktor yang penting dalam merancang suatu peledakan, karena akan mempengaruhi dalam penentuan jarak *burden* dan jumlah bahan peledak yang digunakan pada setiap lubangnya. Untuk lubang ledak kecil, energi yang dihasilkan akan kecil, sehingga jarak antar lubang bor (*spacing*) dan jarak ke Bidang Bebas (*burden*) haruslah kecil juga, dengan maksud agar energi ledakan cukup kuat untuk menghancurkan batuan, begitu pula sebaliknya.
4. *Stemming* ( $T$ ), adalah lubang ledak bagian atas yang tidak diisi bahan peledak, tetapi biasanya diisi oleh abu hasil pengeboran atau material berukuran kerikil dan dipadatkan di atas bahan peledak

$$T = 0,7B \quad (9)$$

Keterangan :

$T$  = *Stemming* (m)

$B$  = *Burden* (m)

5. Kedalaman Lubang Ledak ( $H$ ), biasanya disesuaikan dengan tingkat produksi (kapasitas alat muat) dan pertimbangan geoteknik.

$$H = Kh \cdot B \quad (10)$$

Keterangan :

$H$  = Kedalaman lubang ledak (m)

$Kh$  = *Hole dept ratio* (1,5 – 4)

$B$  = *Burden* (m)

6. *Subdrilling* ( $J$ ), adalah lubang ledak yang dibor sampai melebihi batas lantai jenjang bagian bawah supaya batuan dapat meledak secara *fullpace* dan untuk menghindari kemungkinan adanya tonjolan-tonjolan (*toe*) pada lantai jenjang lantai bagian bawah.

$$J = 0,3 B \quad (11)$$

Keterangan :

$J$  = *Subdrilling (feet)*

$B$  = *Burden (feet)*

7. *Charge Length* (PC), merupakan panjang kolom isian bahan peledak. Adapun rumus perhitungannya yaitu :

$$PC = H - T \quad (12)$$

Keterangan :

PC = panjang kolom isian (m)

H = kedalaman lubang ledak (m)

T = *stemming* (m)

8. *Loading Density* (de), adalah jumlah bahan peledak setiap meter kedalaman kolom lubang ledak.

$$de = 0,508 \times De^2 \times SG \quad (13)$$

Keterangan :

de = *Loading density*, ( kg/m )

De = Diameter lubang ledak, ( inchi )

9. *Powder Factor* (PF), adalah perbandingan antara jumlah bahan peledak dengan batuan yang diledakkan. Adapun rumus perhitungannya yaitu :

$$PF = \frac{PC \times de}{(B \times S \times L)} \quad (14)$$

Keterangan :

PC = Panjang Kolom Isian Bahan Peledak (m)

De = *Loading Density* (m)

B = *Burden* (m)

S = *Spacing* (m)

L = Tinggi Jenjang (m)

### **Biaya Pengeboran**

Total drilling cost atau total biaya pengeboran merupakan suatu konsep nilai yang menekankan biaya produktivitas pengeboran. Komponen dasar yang digunakan dalam perhitungan total biaya pengeboran ini yaitu harga mata bor, kecepatan pengeboran (ROP), biaya penggunaan (operasi) alat bor, dan umur pakai penggunaan mata bor (total kedalaman lubang) untuk pengeboran. Perhitungan Total Drilling Cost menggunakan persamaan berikut:

$$TDC = \left( \frac{B}{H} \right) + \left( \frac{D}{ROP} \right) \quad (16)$$

Dimana :

- TDC = Total Drilling Cost (Rp/ m)  
B = Harga Mata Bor (Rp)  
H = Umur Pakai Mata Bor (m)  
D = Biaya Operasi Pengeboran (Rp/jam)  
ROP = Kecepatan Pengeboran (m/jam)

### **Biaya Peledakan**

Ekonomi peledakan didefinisikan sebagai cara mengevaluasi untuk mengontrol efisiensi biaya peledakan termasuk aktifitas lain yang berkaitan dengan peledakan, biaya peledakan sebagai salah satu komponen biaya bagi perusahaan. Adapun biaya-biaya peledakan meliputi biaya bahan peledak, biaya peralatan dan perlengkapan peledakan serta biaya tenaga kerja (Sulistijo, 2005).

Biaya peledakan dalam industri pertambangan dan konstruksi mencakup berbagai komponen, di antaranya adalah biaya bahan peledak dan aksesoris peledakan. Bahan peledak, seperti ammonium nitrat, dinamit, dan emulsi, memiliki harga yang bervariasi tergantung pada jenis dan kualitasnya. Pemilihan bahan peledak yang tepat sangat penting untuk mencapai efisiensi peledakan yang optimal, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi biaya keseluruhan proyek. Selain bahan peledak, aksesoris peledakan seperti detonator, fuse, dan alat pengaman juga berkontribusi signifikan terhadap total biaya. Detonator, baik yang elektrik maupun non-elektrik, memainkan peran krusial dalam mengatur waktu dan urutan peledakan, sehingga mempengaruhi hasil akhir dari proses peledakan. Penggunaan aksesoris yang berkualitas tinggi dapat meningkatkan keamanan dan efektivitas peledakan, meskipun sering kali dengan biaya yang lebih tinggi (Dick, 1982)

### **3. METODE PENELITIAN**

Tahap pengambilan data untuk memperoleh data-data yang akurat yang digunakan dan berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Pengambilan data dan pengamatan dilakukan sebanyak 15 kali pada masing-masing PIT Tempudo 6 dan PIT East, dimana data yang diperoleh secara langsung dilapangan (data primer) dan juga data yang diperoleh dari perusahaan (data sekunder).

## Pengumpulan Data

### Data Primer

Data primer adalah sumber data kajian teknis yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan di lapangan, meliputi:

a. Pengukuran geometri peledakan aktual

Pengukuran geometri peledakan aktual yang diambil langsung di area peledakan berupa jumlah lubang ledak, *primary charge* (isian bahan peledak), *stemming*, dan kedalaman lubang ledak. Satuan *powder factor* yang digunakan adalah berat bahan peledak per volume batuan yang diledakkan (kg/m<sup>3</sup>), untuk mengetahui jumlah isian bahan peledak digunakan perhitungan konsentrasi isian atau *loading density*.

b. Bahan peledak

Jumlah bahan peledak yang digunakan diperoleh langsung dari *charging sheet* PT Dahana secara langsung di lokasi peledakan dapat dilihat pada gambar 3.1. Bahan peledak yang digunakan adalah Ammonium Nitrat atau ANFO dengan komposisi *Ammonium Nitrat* 94,5% dan *Fuel Oil* 5,5%, dan dinamit yang digunakan adalah dayagel.

### Data Sekunder

Adapun data sekunder merupakan data yang diambil tidak langsung, data ini diambil dari perusahaan oleh peneliti sebagai penunjang dalam penelitian, adapun data sekunder adalah:

- a. Data *blast design* dari perusahaan
- b. Data penggunaan aksesoris peledakan
- c. Harga asumsi bahan bakar dan harga mata bor
- d. Data *time shift* alat bor
- e. Data asumsi harga bahan peledak, aksesoris peledakan

## Pengolahan Data

a. Menghitung Biaya Pemboran

Menghitung biaya pemboran yang digunakan dengan jenis mata bor *tricone* dan *clawbit*, sesuai dengan harga asumsi dari perusahaan untuk mengetahui perbandingan biaya pemboran dengan jenis mata bor yang berbeda. Dan menghitung waktu kerja pengemboran serta jumlah kedalaman yang dihasilkan untuk menghitung bahan bakar yang digunakan.

b. Menghitung Biaya Peledakan

Menghitung biaya peledakan pada PIT Tempudo 6 dan PIT East berdasarkan dengan harga asumsi aksesoris peledakan dan bahan peledak dari perusahaan untuk mengetahui jumlah biaya peledakan yang digunakan.

### c. Menghitung Biaya Oprasional Kegiatan Peledakan

Menghitung biaya oprasional kegiatan peledakan dengan cara menjumlahkan biaya pemboran dan biaya peledakan yang telah digunakan pada PIT Tempudo 6 dan PIT East.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT. Unggul Dinamika adalah perusahaan yang aktif melakukan kegiatan peledakan setiap hari untuk pembongkaran lapisan penutup (*overburden*). Pengamatan dan pengambilan data dilakukan di PIT Tempudo 6 dan PIT East pada PT. Unggul Dinamika Utama. Pada PIT Tempudo 6 disusun oleh material claystone, sedangkan pada PIT East disusun oleh material claystone.

Metode peledakan yang digunakan pada daerah penambangan PT. Unggul Dinamika Utama adalah menggunakan metode *non elektric* (nonel) pada proses penyalaan awal menggunakan *blasting machine* yang meledakan *inisiasi point* (IP). Pola peledakan yang diterapkan dilapangan adalah pola peledakan echelon. Untuk bahan peledak yang digunakan adalah (ANFO) dari campuran *Ammonium Nitrat* 94,5% dan *Fuel Oil* 5,5% dengan densitas bahan peledak 0,8 gr/cc. Untuk pencampurannya dilakukan pada Mobile Mixing Unit (MMU) dan menggunakan *inhole delay* 500 ms dan 3000 ms dengan panjang 9 m dan untuk *surface delay* menggunakan 25 ms, 42 ms, 67 ms dan 109 ms dengan panjang 9 m sesuai dengan kebutuhan.

### Geometri Peledakan Aktual

#### Geometri Peledakan Aktual PIT Tempudo 6 dan PIT East

Pada PIT Tempudo 6 menggunakan *burden* 7 m dan *spacing* 8 m, pengambilan data geometri peledakan pada PIT Tempudo 6 sebanyak 15 kali peledakan. Geometri peledakan dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Geometri Peledakan PIT Tempudo 6.

Date	Burden (m)	Spacing (m)	Av. Stemming (m)	Subdrilling (m)	Av. Charge Length (m)	Av. Powder Coulum (m)	Powder Factor (kg/bcm)	Jumlah Lubang Ledak	Volume Blast (bcm)	Total Bahan Peledak (kg)
18-Apr	7	8	1.74	0.5	6.6	4.36	0.22	246	121,010	26,984
20-Apr	7	8	3.08	0.5	6.02	2.44	0.18	156	54,260	9,554
23-Apr	7	8	3.36	0.5	8.1	4.24	0.24	238	104,933	25,397
24-Apr	7	8	2.86	0.5	6.2	2.84	0.22	285	91,162	20,317
26-Apr	7	8	2.96	0.5	6.3	2.84	0.20	189	68,997	13,501
27-Apr	7	8	3.22	0.5	6	2.28	0.16	168	58,706	9,635
29-Apr	7	8	3.86	0.5	7.9	3.54	0.23	182	71,752	16,196
30-Apr	7	8	2.62	0.5	5.8	2.68	0.17	206	79,368	13,865
1-May	7	8	3.30	0.5	6.7	2.90	0.20	197	71,708	14,342
2-May	7	8	2.62	0.5	7.3	4.18	0.18	93	55,108	9,777
3-May	7	8	3.00	0.5	7.8	4.30	0.25	245	106,478	26,455

Date	Burden (m)	Spacing (m)	Av. Stemming (m)	Subdrilling (m)	Av. Charge Length (m)	Av. Powder Coulum (m)	Powder Factor (kg/bcm)	Jumlah Lubang Ledak	Volume Blast (bcm)	Total Bahan Peledak (kg)
4-May	7	8	2.81	0.5	7.5	4.19	0.18	103	60,070	10,848
5-May	7	8	3.62	0.5	7.6	3.47	0.21	120	50,982	10,476
6-May	7	8	2.71	0.5	7	3.79	0.24	111	43,478	10,582
8-May	7	8	2.66	0.5	7.5	4.34	0.20	131	70,668	14,286
TOTAL							2670	1,108,682	232,215	

Pada PIT East menggunakan *burden* 8 m dan *spacing* 9 m, pengambilan data geometri peledakan pada PIT East sebanyak 15 kali peledakan. Geometri peledakan dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Geometri Peledakan PIT East.

Date	Burden (m)	Spacing (m)	Av. Stemming (m)	Subdrillin g (m)	Av. Charge Length (m)	Av. Powder Coulum (m)	Powder Factor (kg/bcm)	Jumlah Lubang Ledak	Volume Blast (bcm)	Total Bahan Peledak (kg)
19-Apr	8	9	2.32	0.5	8.9	6.08	0.23	74	50,105	11,323
22-Apr	8	9	3.1	0.5	7.3	3.7	0.16	158	91,728	14,708
1-May	8	9	4.32	0.5	7.9	3.08	0.15	129	66,502	10,003
3-May	8	9	3.41	0.5	7.4	3.49	0.16	77	41,299	6,764
4-May	8	9	2.04	0.5	5.9	3.36	0.21	68	27,811	5,760
5-May	8	9	3.22	0.5	6.9	3.18	0.17	110	52,942	8,801
6-May	8	9	2.67	0.5	6.4	3.23	0.18	106	48,758	8,633
7-May	8	9	2.75	0.5	6.9	3.65	0.18	83	42,833	7,628
8-May	8	9	2.64	0.5	6.1	2.96	0.17	71	31,183	5,291
9-May	8	9	2.69	0.5	6.7	3.51	0.18	72	34,704	6,349
10-May	8	9	2.33	0.5	6.2	3.37	0.19	90	40,025	7,619
12-May	8	9	2.32	0.5	6.6	3.78	0.20	78	37,289	7,407
19-May	8	9	2.28	0.5	5.9	3.12	0.18	104	44,388	8,148
21-May	8	9	2.29	0.5	7	4.21	0.21	135	67,838	14,286
23-May	8	9	2.37	0.5	6.5	3.63	0.19	116	54,295	10,582
TOTAL							1,471	731,700	133,302	

Berdasarkan data geometri peledakan, PIT Tempudo 6 menggunakan *burden* 7 m dan *spacing* 8 m, sedangkan PIT East menggunakan *burden* 8 m dan *spacing* 9 m. Pada Tempudo 6, total volume batuan yang diledakkan mencapai 1.108.682 bcm dengan bahan peledak 232.215 kg dan *powder factor* 0,21 kg/bcm, sedangkan di East volume batuan hanya 731.700 bcm dengan 133.302 kg bahan peledak dan *powder factor* 0,18 kg/bcm. Hal ini menunjukkan bahwa geometri yang lebih rapat di Tempudo 6 menghasilkan volume ledakan yang lebih besar meskipun penggunaan bahan peledaknya lebih tinggi. Sebaliknya, geometri yang lebih lebar di East membuat konsumsi bahan peledak lebih hemat, tetapi produktivitas volume batuan lebih rendah.

## Kegiatan Pemboran

PT Unggul Dinamika Utama menggunakan mesin bor Epiroc tipe DM30 SP II untuk kegiatan pemboran pada proses peledakan. Alat bor ini mampu mencapai kedalaman hingga 11 meter, sehingga sangat mendukung efektivitas dan ketepatan dalam pelaksanaan pemboran di area tambang.

### Mata Bor

PT Unggul Dinamika Utama menggunakan jenis mata bor tricone untuk melakukan kegiatan pemboran, untuk harga mata bor yang dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Harga Mata Bor.

Tipe Mesin Bor	No Unit	Tipe Bit	Harga Mata Bor	Umur Pemakaian (M)	Harga Permeter
DM30 SP II	DR3001	Tricone	Rp. 32,000,000	8,000	Rp. 4000
DM30 SP II	DR3002	Tricone	Rp. 32,000,000	8,000	Rp. 4000

Mata bor yang digunakan adalah mata bor tricone dengan harga Rp. 32,000,000 dengan umur pemakaian sebesar  $\pm$  8,000 m dengan biaya mata bor per meternya adalah Rp. 4,000.

### Biaya Pemboran

Kegiatan pemboran yang dilakukan oleh PT. Unggul Dinamika Utama, memperhitungkan biaya yang digunakan antara lain, biaya bahan bakar solar dengan harga Rp. 19.000/liter dan biaya mata bor dengan harga yang dapat dilihat pada tabel 4.3. Penggunaan bahan bakar pada mesin bor yang digunakan adalah  $\pm$  70,87 liter/jam. Biaya pemboran yang digunakan untuk kegiatan peledakan sebanyak 15 kali peledakan pada PIT Tempudo 6 dan PIT East dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Total Biaya Pemboran Pada PIT Tempudo 6 dan PIT East.

Biaya Pemboran Dari 15 Kali Peledakan	
PIT Tempudo 6	PIT East
Rp 215,689,696	Rp 162,177,899

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bahwa geometri peledakan berpengaruh terhadap jumlah lubang bor dan biaya pengeboran. Pada PIT Tempudo 6 digunakan *burden* 7 m dan *spacing* 8 m, sedangkan pada PIT East digunakan *burden* 8 m dan *spacing* 9 m. Secara teori, geometri yang lebih rapat seperti di Tempudo 6 menyebabkan jumlah lubang bor lebih banyak sehingga biaya pengeboran seharusnya lebih tinggi. Namun, hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun total biaya di Tempudo 6 memang lebih besar Rp 215.689.696 dibandingkan PIT

East Rp 162.877.893, biaya pengeboran per meter justru lebih rendah Rp 16.000–Rp 18.000/m dibanding Rp 19.000–Rp 29.000/m. Hal ini menandakan bahwa penggunaan geometri yang lebih rapat tetap memberikan efisiensi operasional yang lebih baik, terutama dalam hal pemanfaatan alat dan waktu kerja pengeboran.

### **Biaya Peledakan**

Setelah dilakukan kegiatan pemboran, maka selanjutnya dilakukan kegiatan peledakan, yang dimana kegiatan peledakan tersebut membutuhkan bahan peledak dan aksesoris peledakan. PT. Unggul Dinamika Utama menggunakan bahan peledak *Ammonium Nitrat* dan *Fuel Oil* (ANFO) dengan perbandingan 95,5% untuk *Ammonium Nitrat* dan 4,5% *Fuel Oil*. Untuk harga bahan peledak dan aksesoris yang digunakan dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Harga Bahan Peledak dan Aksesoris Peledakan.

<b>NAMA</b>	<b>SATUAN</b>	<b>HARGA SATUAN</b>
<i>Ammonium Nitrat</i>	kg	Rp. 11,000.00
<i>Fuel Oil</i>	Liter	Rp. 19,000.00
Daya Gel	pcs/500gr	Rp. 17,000.00
<i>In Hole Delay</i> 9m	pcs	Rp. 70,850.00
<i>In Hole Delay</i> 12m	pcs	Rp. 82,385.00
<i>Surface Delay</i> 25ms	pcs	Rp. 85,000.00
<i>Surface Delay</i> 42 ms	pcs	Rp. 85,000.00
<i>Surface</i> 62 ms	pcs	Rp. 85,000.00
<i>Electric</i> Detonator	pcs	Rp. 47,500.00
<i>Lead Wire</i>	m	Rp. 105,000.00

PT Unggul Dinamika Utama melakukan kegiatan peledakan dengan memperhitungkan biaya yang digunakan untuk melakukan peledakan sebanyak 15 kali peledakan pada PIT Tempudo 6 dan PIT East. Untuk biaya peledakan yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah.

**Tabel 6.** Biaya Peledakan PIT Tempudo 6.

<b>Date</b>	<b>Hole</b>	<b>Volume OB blast</b>	<b>Cost Blasting</b>		<b>Cost Blasting/bcm</b>
18-Apr	246	121,010	Rp	263,605,400.00	Rp 2,178.37
20-Apr	156	54,260	Rp	143,384,860.00	Rp 2,642.55
23-Apr	238	104,933	Rp	331,124,280.00	Rp 3,155.58
24-Apr	285	91,162	Rp	279,466,230.00	Rp 3,065.59
26-Apr	189	68,997	Rp	185,722,090.00	Rp 2,691.74
27-Apr	168	58,706	Rp	137,987,700.00	Rp 2,350.49
29-Apr	182	71,752	Rp	214,088,440.00	Rp 2,983.73
30-Apr	206	79,368	Rp	186,725,200.00	Rp 2,352.65
1-May	197	71,708	Rp	198,319,354.00	Rp 2,765.65
2-May	93	55,108	Rp	128,076,430.00	Rp 2,324.10
3-May	245	106,478	Rp	345,146,293.20	Rp 3,241.47
4-May	103	60,070	Rp	142,057,170.00	Rp 2,364.86
5-May	120	50,982	Rp	142,057,170.00	Rp 2,786.40
6-May	111	43,478	Rp	140,742,113.60	Rp 3,237.06

Date	Hole	Volume OB blast		Cost Blasting		Cost Blasting/bcm
8-May	131	70,668	Rp	186,224,372.40	Rp	2,635.20
Total	2670	1,108,681.80	Rp	3,024,727,103.20	Rp	2,718.36

Pada peledakan PIT Tempudo 6 total biaya peledakan yang digunakan untuk 15 kali peledakan adalah Rp. 3,024,727,103.20 dan rata-rata biaya Rp. 2,718.36,- / bcm dengan total volume *overburden* yang diledakan adalah 1,108,681.80 bcm.

**Tabel 7.** Biaya Peledakan PIT Tempudo 6.

Date	Hole	Volume OB blast		Cost Blasting		Cost Blasting/bcm
19-Apr	74	50,105	Rp	141,846,660.00	Rp	2,831.00
22-Apr	158	91,728	Rp	195,569,820.00	Rp	2,132.06
1-May	129	66,502	Rp	136,931,970.00	Rp	2,059.07
3-May	77	41,299	Rp	90,842,110.00	Rp	2,199.61
4-May	68	27,811	Rp	77,848,200.00	Rp	2,799.19
5-May	110	52,942	Rp	119,849,440.00	Rp	2,263.80
6-May	106	48,758	Rp	117,236,120.00	Rp	2,404.43
7-May	83	42,833	Rp	101,762,111.60	Rp	2,375.80
8-May	71	31,183	Rp	72,953,890.00	Rp	2,339.53
9-May	72	34,704	Rp	85,232,662.40	Rp	2,455.99
10-May	90	40,025	Rp	102,870,360.00	Rp	2,570.17
12-May	78	37,289	Rp	98,375,570.40	Rp	2,638.21
19-May	104	44,388	Rp	111,343,736.00	Rp	2,508.42
21-May	135	67,838	Rp	186,915,772.40	Rp	2,755.31
23-May	116	54,295	Rp	141,261,180.00	Rp	2,601.73
Total	1471	731,700.20	Rp	1,780,839,602.80	Rp	2,462.29

Hasil analisis menunjukkan bahwa biaya peledakan di PIT East lebih efisien dibandingkan PIT Tempudo 6. Pada PIT Tempudo 6 dengan *burden* 7 m dan *spacing* 8 m, biaya peledakan mencapai Rp 3.024.727.103,20 dengan total volume *overburden* sebesar 1.108.681,80 bcm dan rata-rata biaya mencapai Rp 2.718,36/bcm, sedangkan di PIT East dengan *burden* 8 m dan *spacing* 9 m tercatat sebesar Rp 1,780,839,602.80 dengan volume *overburden* 731.700,20 bcm dan biaya rata-rata hanya sebesar Rp 2,462.29/bcm. Perbedaan sekitar 12,9% ini disebabkan oleh geometri peledakan yang lebih besar di PIT East, sehingga volume batuan per lubang lebih tinggi dan jumlah lubang yang dibutuhkan lebih sedikit. Dengan demikian, pengaturan *burden* dan *spacing* yang tepat dapat menurunkan biaya peledakan serta meningkatkan efisiensi kegiatan penambangan.

### Biaya Oprasional Kegiatan Peledakan

Biaya oprasional kegiatan peledakan yang telah dilakukan PT. Unggul Dinamika Utama dengan 15 kali peledakan pada PIT Tempudo 6 dan PIT East dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Biaya Oprasional Kegiatan Peledakan PIT Tempudo 6 dan PIT East.

Lokasi	Total Biaya Pemboran	Total Biaya Peledakan	Total Biaya	Biaya/bcm
Tempudo 6	Rp. 215,689,696.00	Rp. 3,023,066,977.60	Rp. 3,238,756,673.60	Rp. 2,921.27
East	Rp. 162,177,899.00	Rp. 1,780,839,602.80	Rp. 1,943,017,501.80	Rp. 2,655.48

Berdasarkan data dan hasil perhitungan pada tabel, analisis total biaya operasional kegiatan peledakan menunjukkan pengaruh langsung dari geometri peledakan terhadap efisiensi biaya. Pada PIT Tempudo 6 dengan *burden* 7 meter dan *spacing* 8 meter, total biaya pemboran sebesar Rp 215.689.696,00 dan total biaya peledakan mencapai Rp 3.023.066.977,60, sehingga total biaya operasional keseluruhan adalah Rp 3.238.756.673,60 dengan rata-rata Rp 2.921,27 per bcm. Sementara itu, pada PIT East yang menggunakan *burden* 8 meter dan *spacing* 9 meter, total biaya pemboran tercatat sebesar Rp 162.177.899,00, dengan total biaya peledakan Rp 1.780.839.602,80, menghasilkan total biaya operasional Rp 1.943.017.501,80 dan rata-rata Rp 2.655,48 per bcm.

Hasil ini sejalan dengan teori geometri peledakan dalam karya ilmiah (misalnya menurut Konya & Walter, 1990) yang menjelaskan bahwa semakin besar nilai *burden* dan *spacing*, maka volume batuan yang diledakkan per lubang juga meningkat, sehingga jumlah lubang dan konsumsi bahan peledak per satuan volume menurun, menghasilkan efisiensi biaya yang lebih tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan geometri peledakan antara kedua pit memengaruhi total biaya operasional. PIT East, dengan *burden* dan *spacing* lebih besar, menunjukkan efisiensi biaya yang lebih baik dibandingkan PIT Tempudo 6, yang menggunakan jarak lubang lebih rapat dan memerlukan biaya peledakan per bcm lebih tinggi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa geometri peledakan memiliki pengaruh signifikan terhadap biaya pemboran dan biaya peledakan. Konfigurasi dengan *burden* 8 m dan *spacing* 9 m pada PIT East terbukti lebih efisien dibandingkan konfigurasi *burden* 7 m dan *spacing* 8 m pada PIT Tempudo 6. Dalam perencanaan kegiatan peledakan ke

depan, perusahaan disarankan untuk mengoptimalkan geometri peledakan dengan mempertimbangkan kondisi geoteknik batuan, jenis bahan peledak, dan target fragmentasi agar biaya operasional dapat ditekan secara optimal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT Unggul Dinamika Utama atas dukungan dan kerja sama yang diberikan selama proses penelitian. Bantuan berupa data, fasilitas, serta bimbingan teknis dari pihak perusahaan sangat berperan penting dalam penyusunan karya ilmiah ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perusahaan dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pertambangan.

## DAFTAR REFERENSI

- Amila, N. S., dkk. (2024). Analisis perbandingan metode peledakan normal dengan peledakan top air deck pada kolom stemming berdasarkan fragmentasi, digging time dan biaya peledakan di Pit Sentuk PT Multi Harapan Utama. *Jurnal Pertambangan dan Lingkungan*, x(x). <https://doi.org/10.31764/jpl.v5i1.24402>
- Cahyanto, H., Salsmana, U., & Hakim, R. N. (2017). Optimalisasi cost peledakan pada pembongkaran limestone di PT PAMA Indo Mining. *Jurnal GEOSAPTA*, 2(2). <https://doi.org/10.20527/jg.v2i2.4216>
- Depari, S., dkk. (2025). Kajian biaya operasi pengeboran dan peledakan overburden pada operasi penambangan batubara PT Mitra Abadi Mahakam Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 25(2), 60–66.
- Dick, R. A., Fletcher, L. R., & D'Andrea, D. V. (1982). *Explosives and blasting procedures manual*. United States Bureau of Mines.
- Heiino, M. (1999). *Rock excavation handbook*. Sandvik Tamrock Corp.
- Herman, S., Widodo, & Nurwaskito, A. (2015). Analisis pengaruh kedalaman lubang ledak, burden dan spacing terhadap perolehan fragmentasi batugamping. *Jurnal Geomine*, 3, 184–188. <https://doi.org/10.33536/jg.v3i1.23>
- Hustrulid, W. (1999). *Blasting principles for open pit mining: Volume 1*. Colorado School of Mines.
- Indonesianto, Y. (2012). *Pemindahan tanah mekanis*. Program Studi Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta.
- Izdihar, F. C., Syahrudin, & Purwoko, B. (2018). Optimalisasi biaya peledakan batu granodiorit di PT Gilgal Batu Alam Lestari Sungai Duri II Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Mempawah.
- Konya, C. J., & Walter, E. J. (1990). *Surface blast design*. Prentice-Hall.

Konya, C. J., & Walter, E. J. (1991). *Rock blasting and overbreak control*. U.S. Department of Transportation.

Mutofa, Z., Ashari, Y., & Zaenal. (2020). Kajian teknis pemilihan mata bor (bit) berdasarkan nilai total drilling cost (TDC) pada penambangan bijih emas di PT Cibaliung Sumberdaya Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten. *Prosiding Teknik Pertambangan*.

Nabila, P. L., Wiratama, J., & Yulanda, A. Y. (2023). Evaluasi biaya peledakan dan geometri peledakan terhadap hasil fragmentasi pada proses pembongkaran batu kapur di PT Semen Padang. *Jurnal Pertambangan dan Lingkungan*, 4(2). <https://doi.org/10.31764/jpl.v4i2.17987>

Saptono, S. (2006). *Teknik peledakan*. UPN Veteran Yogyakarta.

Stiehr, J. F. (2011). *ISEE blasters handbook* (18th ed.). International Society of Explosives Engineers.

Sulistijo, B. (2005). *Ekonomi peledakan*. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara.

Sundoyo, S., & Hidayat, R. N. (2019). Kajian perhitungan biaya blasting PT Bukit Baiduri Energi Site Merandal Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*, 25(2).

Suwandi, A. (2009). *Diktat kursus juru ledak XIV pada kegiatan penambangan bahan galian*. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara.

Usman, M. I., Asmiani, N., & Nurwaskito, A. (2023). Analisis biaya pengboran dan peledakan pada PT Bosowa Mining Maros Sulawesi Selatan. *Mining Science and Technology Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.54297/minetech-journal.v2i1.392>

Wahyudi, A. T., & Kopa, R. (2020). Kajian teknis penentuan geometri peledakan untuk mengoptimalkan perolehan hasil peledakan CV Tekad Jaya Desa Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 5.