

KAJIAN BIAYA OPERASI PENGEBORAN DAN PELEDAKAN OVERBURDEN PADA OPERASI PENAMBANGAN BATUBARA PT. MITRA ABADI MAHAKAM PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

(STUDY OF OVERBURDEN DRILLING AND BLASTING OPERATION COSTS COAL MINING OPERATIONS PT. MITRA ABADI MAHAKAM EAST KALIMANTAN PROVINCE)

Raja Kami S. Depari^{1*}, Tommy Trides¹, Henny Magdalena¹, Revia Oktaviani¹, Lucia Litha Respati¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

*Korespondensi E-mail: rajasembiring8@gmail.com

Abstrak

Kegiatan pembongkaran lapisan penutup PT. Mitra Abadi Mahakam memiliki target 55% untuk dilakukan peledakan. Penghematan biaya melalui optimalisasi parameter pengeboran dan peledakan sangat penting untuk dipertimbangkan sebagaimana agar biaya yang digunakan menjadi ekonomis dan efisien. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya optimum pada operasi pengeboran dan peledakan. Metode penelitian yang digunakan yaitu analisis biaya ekonomi dan statistik dasar dalam pengolahannya. Perhitungan yang dilakukan meliputi biaya kepemilikan, biaya operasional, biaya bahan peledak, dan biaya perlengkapan inisiasi. Berdasarkan perhitungan aktual parameter rata-rata *drilling cost*/BCM sebesar US\$ 0,088, *explosives cost*/BCM sebesar US\$ 0,171, *initiations cost*/BCM sebesar US\$ 0,071, selanjutnya total *cost*/BCM pada operasi pengeboran dan peledakan adalah US\$ 0,330. Dibandingkan dengan rekomendasi geometri peledakan dengan ukuran *burden* 5 m, *spacing* 5 m, kedalaman lubang 5 m, *column charge* 1,9 m, *subdrilling* 0,3 m, dan *stemming* 3,1 m, dengan penggunaan *powder factor* 0.16 Kg/BCM mendapatkan total biaya yang optimum dengan target volume terbongkar telah tercapai dan biaya menjadi minimum. Total *cost/hole* yang diusulkan adalah US\$ 37,15/*hole* dan total *cost*/BCM adalah US\$ 0,281/BCM. Rancangan geometri yang diusulkan akan menghemat total 38% pada parameter biaya operasi pengeboran dan peledakan.

Kata Kunci: Geometri Peledakan, *Powder Factor*, Biaya Optimum, Hemat Biaya

Abstract

The overburden removal activity of PT. Mitra Abadi Mahakam has a target of 55% for blasting. Cost savings through optimization of drilling and blasting parameters are very important to consider so that the costs used are economical and efficient. The purpose of this study is to determine the optimum cost of drilling and blasting operations. The research method used is economic cost analysis and basic statistics in its processing. The calculations carried out include ownership costs, operating costs, explosives costs, and initiation equipment costs. Based on the actual calculation of the average *drilling cost*/BCM parameter of US\$ 0.088, *explosives cost*/BCM of US\$ 0.171, *initiations cost*/BCM of US\$ 0.071, then the total *cost*/BCM of drilling and blasting operations is US\$ 0.330. Compared with the blasting geometry recommendation with a *burden* size of 5 m, *spacing* 5 m, hole depth 5 m, *column charge* 1.9 m, *subdrilling* 0.3 m, and *stemming* 3.1 m with the use of a *powder factor* of 0.16 Kg/BCM, the optimum total cost is obtained with the target volume of the hole being removed and the cost being minimal. The proposed total *cost/hole* is US\$ 37.15/*hole* and the total *cost*/BCM is US\$ 0.281/BCM. The proposed geometry design will save a total of 38% on the parameters of drilling and blasting operating costs.

Keywords: Blasting Geometry, Powder Factor, Optimum Cost, Cost Saving

1. Pendahuluan

Ekonomi peledakan diartikan sebagai upaya untuk mengetahui efektivitas biaya peledakan termasuk kegiatan lain yang berkaitan dengan peledakan. Suatu kegiatan dikatakan ekonomis apabila hasil yang didapatkan sesuai dengan biaya yang dikeluarkan. Besarnya komponen biaya harus diimbangi dengan hasil ketercapaian yang sesuai, sehingga ada kemungkinan biaya-biaya yang digunakan menjadi lebih ekonomis.

Penghematan biaya melalui optimalisasi parameter pengeboran dan peledakan sangat penting untuk dipertimbangkan, sebagaimana biaya operasi berkontribusi besar terhadap tren keseluruhan biaya penambangan. Tujuan dari pekerjaan pengeboran dan peledakan merupakan mencari hasil yang optimal, sehingga akan dapat menghasilkan target volume pembongkaran yang tercapai serta kebutuhan biaya-biaya yang akan digunakan menjadi efisien.

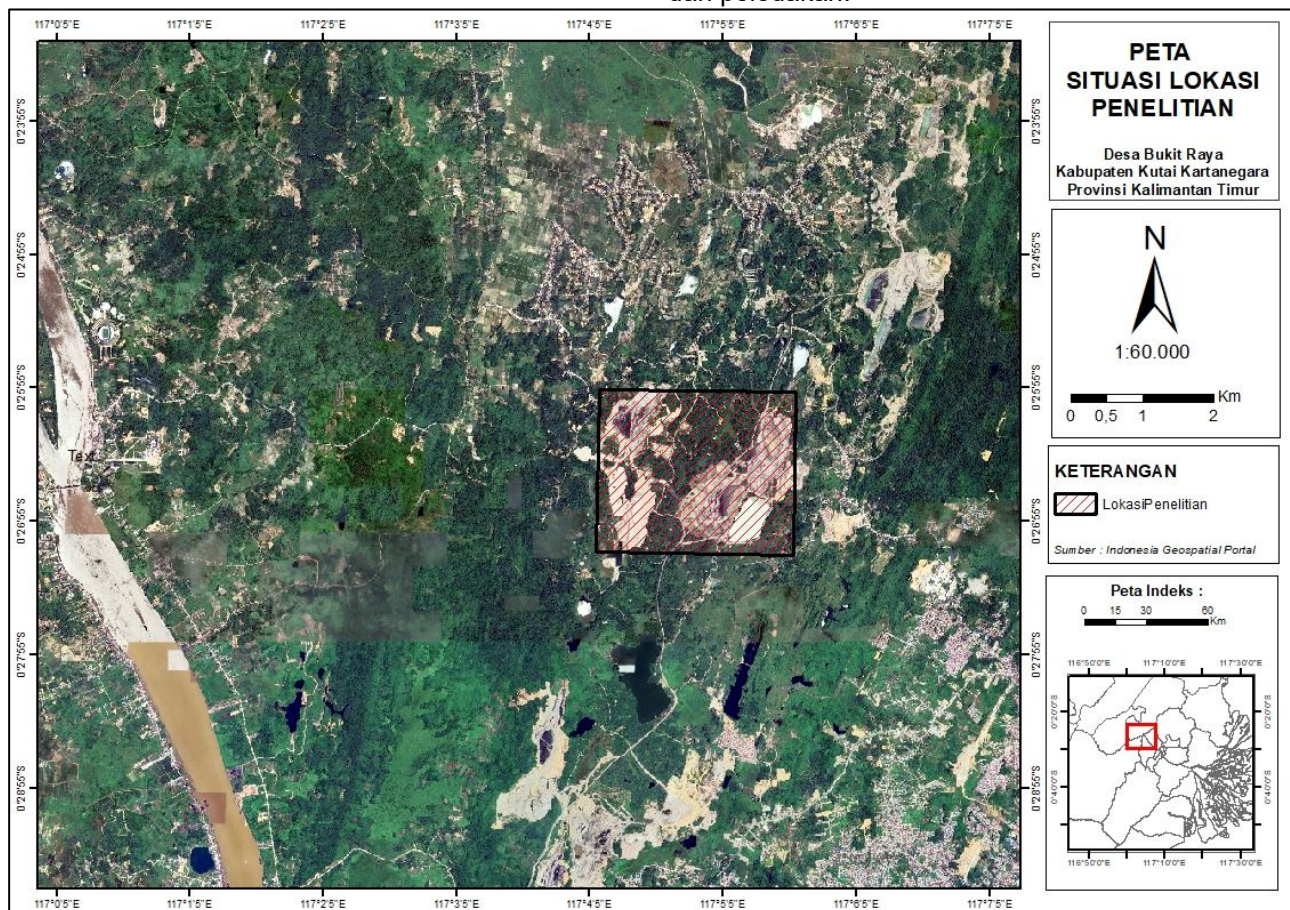
Perencanaan yang tepat dengan mempertimbangkan aspek teknis dan aspek ekonomis sebagai langkah untuk mengetahui biaya optimum. Biaya optimum pada pengeboran dan peledakan dapat dikaji dengan melakukan pendekatan pola geometri, mengatur *powder factor* atau mengombinasikan kedua pendekatan tersebut.

2. Metode

Kegiatan penelitian dilakukan di PT. Mitra Abadi Mahakam *Jobsite* PT. Bukit Baiduri Energi yang mempunyai No SK WIUP 503/1602/IUP-OP/DPMPTSP/IX/2018 dengan luas wilayah 4.081 Ha. Secara administrasi terletak di Desa Bukit Raya, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi kantor PT. Mitra Abadi Mahakam dapat ditempuh dengan jarak ± 25 km melalui rute perjalanan Samarinda menuju Desa Bukit Raya. Perjalanan menuju lokasi penambangan memakan waktu sekitar 30 menit jika menggunakan kendaraan roda dua, sementara jika menggunakan kendaraan roda empat waktu yang dibutuhkan hanya sekitar 20 menit. Setelah itu, perjalanan akan dilanjutkan menuju gerbang pos 1, dengan jarak sekitar 5 km yang akan ditempuh menggunakan bus karyawan tambang atau *light vehicle* (LV) dalam waktu sekitar 10 menit.

Metode pada penelitian ini menggunakan analisis biaya ekonomi yang melibatkan pengumpulan data-data tentang biaya operasi pengeboran dan peledakan, serta melakukan analisis statistik untuk menentukan hubungan antara biaya dan parameter pengeboran dan peledakan.

Pengumpulan data dilakukan dengan dua tahapan yang meliputi pengambilan data langsung dan data tidak langsung. Data langsung yang digunakan terdiri dari jumlah peralatan bor, umur pakai peralatan, *drilled depth*, geometri peledakan, pemakaian bahan peledak dan perlengkapan inisiasi. Data tidak langsung yang meliputi volume peledakan terbongkar *in-situ*, konsumsi bahan bakar, *parts service*, nilai suku bunga, pajak, asuransi, harga *oil*, *grease*, filter, upah karyawan, harga *parts* dan *bit*, harga bahan peledak dan harga perlengkapan inisiasi. Selanjutnya dilakukan pengolahan data melalui perhitungan *powder factor* rencana dan aktual, perhitungan biaya kepemilikan dan biaya operasional, perhitungan satuan biaya pengeboran, perhitungan satuan biaya peledakan, perhitungan satuan total biaya, melakukan analisis hubungan parameter geometri dan total biaya, dan memberikan rekomendasi geometri usulan dan satuan biaya optimum pada operasi pengeboran dan peledakan.



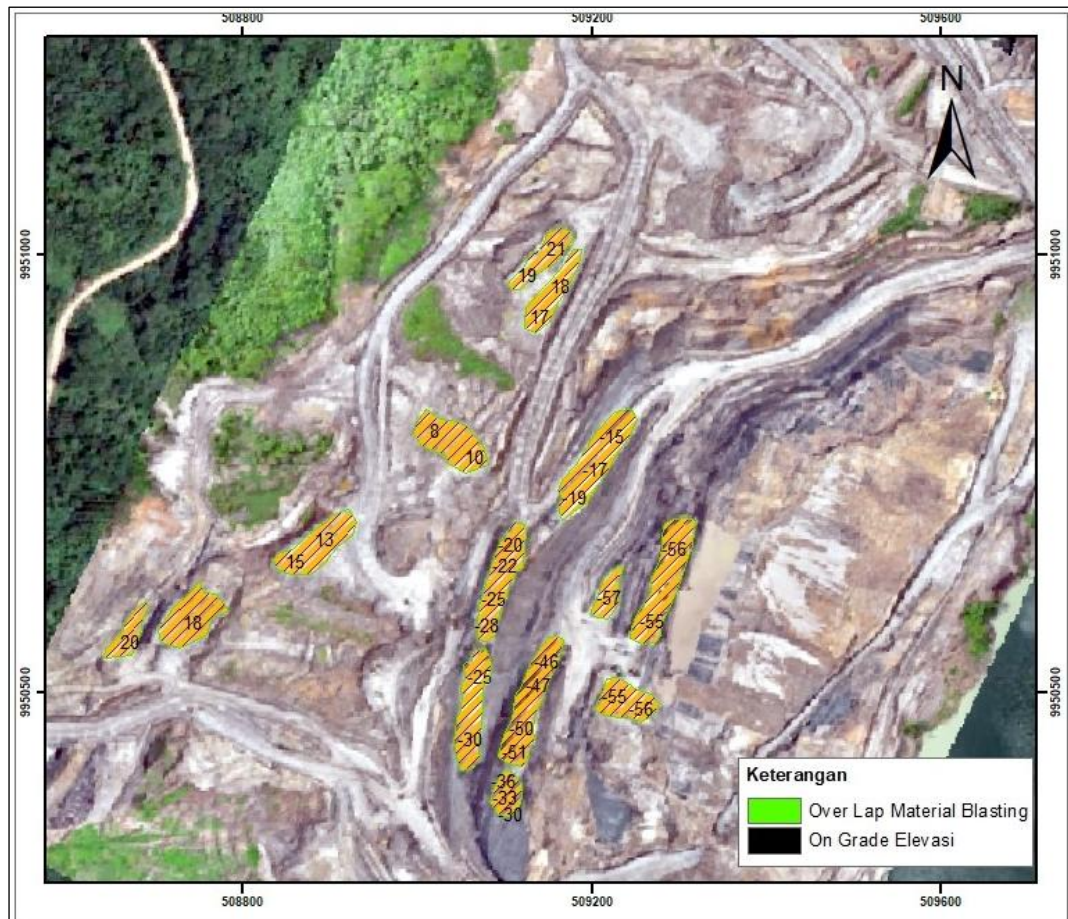
Gambar 1. Lokasi Kesampaian Daerah PT. Mitra Abadi Mahakam

3. Hasil dan Pembahasan

Perencanaan Area Pedelakan

Kontraktor penambangan menghendaki rencana pengupasan *overburden* pada pit A9 Karimata yaitu sebesar 2.348.303 BCM, dengan target pembongkaran material (55%) untuk dilakukan peledakan sebesar 1.006.736 BCM. Dari rencana operasi memiliki target area

peledakan 7.065 lubang ledak dan total kedalaman pengeboran 40.269 meter. Hasil ledakan ditetapkan untuk mengetahui volume material terbongkar pada kondisi *in-situ* (BCM) dengan mengukur elevasi sebelum dan sesudah pada lantai dasar permukaan area peledakan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada area peledakan gambar 2.



Gambar 2 Area Peledakan PIT A9 Karimata

Parameter Kemampuan Pengeboran

Pada Kondisi material yang seragam produktivitas peralatan mendominasi tipe bor Furukawa HCR, ini disebabkan dari tenaga mesin untuk menghasilkan kecepatan penetrasi yang lebih besar untuk membuat lubang ledak.

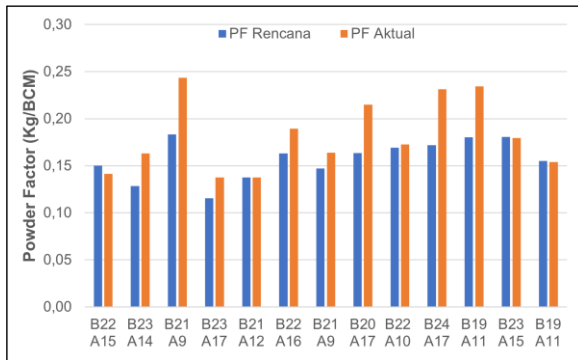
Tabel 1 Parameter Kemampuan

Kemampuan	Furukawa HCR L100	Epirog Rog T50
Diameter Lubang (mm)	127	127
Jumlah Lubang Ledak	3.497	1.813
Total Hours Meter (hr)	451,5	229,1
Kedalaman Lubang (m)	22.481,4	9.230,7
Net Productions rate (m/hr)	49,98	39,92
Volume Aktual (BCM)	668.394,20	

Powder Factor Peledakan

Powder Factor merupakan rasio dari penggunaan bahan peledak dalam jumlah berat kg untuk melakukan pembongkaran pada volume terbongkar yang diekspresikan dalam BCM.

Penetapan *powder factor* digunakan sebagai salah satu parameter cara menemukan tingkat ekonomis peledakan. Pada hasil pengamatan langsung di lapangan terdapat perbandingan antara *powder factor* rencana dan aktual, yang menunjukkan peledakan yang dilakukan tidak optimal, hal ini menyebabkan biaya operasi pada pengeboran dan peledakan akan menjadi tinggi dan tidak efisien. Data disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Powder Factor Rencana dan Aktual

Pada gambar grafik perbandingan diatas yang menunjukkan bahwa terdapat peningkatan *powder factor* rencana dan aktual, peningkatan ini terjadi secara langsung melalui penggunaan geometri peledakan, akurasi pemboran yang tidak rata dan presisi mempengaruhi akurasi pola pemboran, begitu juga area *free-face* yang sempit akan mempengaruhi energi yang dihasilkan sehingga pola peledakan menjadi tidak efektif.

Biaya Pengeboran Aktual

Perhitungan biaya pengeboran berdasarkan biaya peralatan bor yang digunakan yaitu tipe peralatan Furukawa HCR L100 dan Epirog PowerRog T50. Dari semua rincian komponen biaya yang terdiri dari perhitungan biaya kepemilikan (*owningship cost*) yang meliputi depresiasi, pajak, bunga modal dan asuransi. Perhitungan biaya operasional (*operating cost*) yang meliputi *fuel*, *oil*, *grease*, *filter*, *parts*, *bit*, *maintenance* dan *labour*. Biaya pengeboran aktual selama satu bulan beroperasi pada Tabel 2.

Tabel 2. Total Biaya Pengeboran Aktual

No	Komponen	Furukawa HCR L100 Ringkasan Biaya (US\$)	Epirog Rog T50 Ringkasan Biaya (US\$)
1	Depresiasi	6.999,20	9.531,57
2	Pajak, Bunga, Asuransi	2.504,16	3.215,31
3	Fuel	13.391,06	6.630,87
4	Oil, Grease, Filter	1.119,74	724,36
5	Parts, Bit	2.410,35	1.945,28
6	Maintenance	3.544,28	1.633,48
7	Labour	2.649,76	2.385,76
8	Owning Cost	9.503,36	12.746,88
9	Operating Cost	23.115,18	13.319,77
10	Total Drilling Cost	US\$ 58.685,19	

Melalui rincian pada setiap komponen biaya pengeboran, biaya satuan per meter adalah US\$ 1,85/meter. Satuan digunakan untuk menentukan biaya kedalaman selama proses pengeboran berlangsung. Ringkasan biaya satuan aktual pengeboran pada Tabel 3.

Tabel 3. Satuan Biaya/meter Pengeboran

Ringkasan Biaya (US\$/m)	Furukawa HCR L100	Epirog Rog T50
<i>Fuel Cost</i>	0.42	0.21
<i>Consumable Cost</i>	0.11	0.08
<i>Maintenance Cost</i>	0.11	0.05
<i>Labour Cost</i>	0.08	0.08
<i>Operating Cost</i>	0.73	0.42
<i>Owning Cost</i>	0.30	0.40
<i>Operating & Owning Cost</i>	1.03	0.82
Total Drilling Cost	US\$ 1.85/m	

Biaya Peledakan Aktual

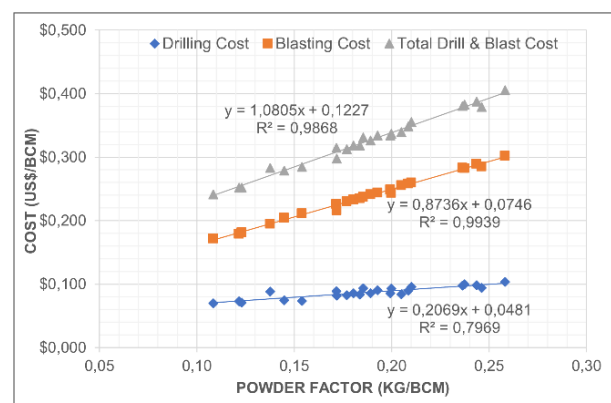
Berdasarkan fungsi agar proses rangkaian dapat dinyalakan, perhitungan biaya peledakan meliputi parameter *explosives cost* dan *initiations cost*. Parameter digunakan sebagai langkah efisiensi biaya, total biaya peledakan pada Tabel 4.

Tabel 4. Total Biaya peledakan Aktual

No	Komponen	Biaya (US\$)
1	<i>Ammonium nitrate</i>	102.716,99
2	<i>Oil fuel</i>	11.332,19
3	<i>Dayagel Magnum</i>	8.142,72
4	<i>Non-electric detonator</i>	38.835,71
5	<i>Electronic detonator</i>	62,11
6	<i>Overhead</i>	733,69
7	Explosives cost (US\$)	114.049,19
8	Initiation cost (US\$)	47.774,23
9	Total Blasting cost (US\$)	161.823,42

Hubungan Powder Factor Dan Total Biaya Pengeboran dan Peledakan Aktual

Berdasarkan hasil perhitungan pada satuan biaya terbongkar pengeboran dan peledakan, maka digunakan sebagai hubungan terhadap nilai rentan *powder factor* aktual. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keekonomisan dari *powder factor*. Data disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.

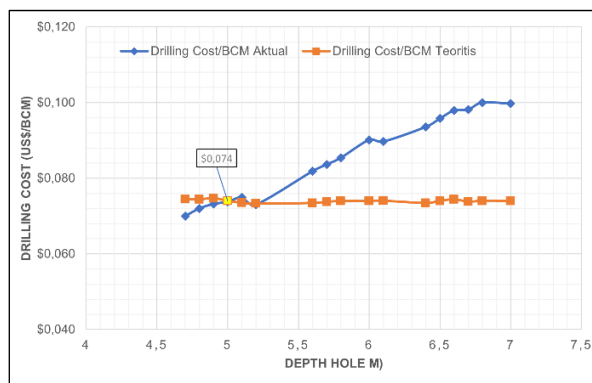


Gambar 4 Grafik Hubungan Antara Powder Factor dan Biaya Satuan Pada Pengeboran dan Peledakan

Melalui grafik diatas terlihat jelas bahwa penggunaan *powder factor* berpengaruh signifikan terhadap biaya selama proses operasi pengeboran dan peledakan. Persamaan yang dihasilkan menunjukkan korelasi yang positif dengan nilai determinasi pada (R^2) yaitu 0.98 sehingga mengindikasikan adanya hubungan yang sangat kuat antara kedua variabel. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa seiring meningkatnya *powder factor* maka biaya untuk pengeboran dan peledakan pun juga meningkat. Hal ini disebabkan karena biaya meter kedalaman yang digunakan menjadi tinggi begitu juga halnya penggunaan bahan peledak akan bertambah.

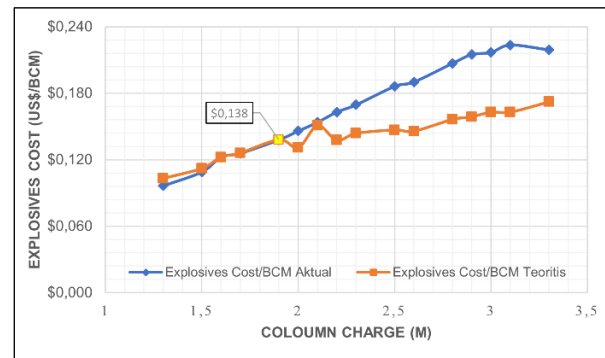
Analisis Parameter Geometri Terhadap Satuan Biaya Pengeboran Dan Peledakan

Parameter geometri peledakan selanjutnya dianalisis sebagai upaya untuk menentukan total biaya optimum, sebagaimana geometri akan mempengaruhi secara langsung biaya pada pengeboran dan peledakan. Oleh sebab itu perlu ditentukan rancangan geometri yang optimal, dengan demikian dapat memaksimalkan volume material terbongkar namun dengan menggunakan kombinasi biaya yang minimum. Analisis dilakukan dengan menggunakan hubungan parameter geometri aktual terhadap perbandingan biaya satuan secara aktual dan teoritis, dengan begitu akan ditemukan deviasi perbandingan biaya terhadap geometri dan dapat ditentukan sebagai parameter hasil yang optimal. Untuk lebih jelasnya data disajikan pada grafik berikut ini.



Gambar 5. Hubungan Parameter *Depth Hole* Terhadap Satuan Biaya Pengeboran Teoritis dan Aktual

Melalui gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa satuan biaya pengeboran aktual tidak berbanding lurus terhadap ukuran parameter *depth hole*, berbeda apabila dibandingkan dengan satuan biaya teoritis yang cenderung mempunyai nilai konstan. Parameter *depth hole* yang dianggap ekonomis untuk digunakan yaitu 5 m dengan biaya US\$ 0.074/BCM



Gambar 6. Hubungan Parameter *Column Charge* Terhadap Satuan Biaya Bahan Peledak Teoritis dan Aktual

Pada gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa satuan biaya bahan peledak bervariasi pada setiap rentan ukuran *column charge*, ini disebabkan oleh isian bahan peledak yang semakin besar juga biaya akan semakin besar. Dari analisis perbandingan satuan biaya aktual dan teoritis, ukuran *column charge* 1,9 m merupakan parameter yang paling ekonomis untuk digunakan dengan biaya US\$ 0.138/BCM.

Rekomendasi Geometri dan Biaya Optimum

Berdasarkan hasil analisis melalui hubungan parameter geometri terhadap biaya maka dapat ditentukan satuan biaya yang optimum. Analisis yang diperoleh kemudian dievaluasi melalui simulasi yang mencakup aspek teknis dan ekonomis. Dari sisi teknis, pertimbangan dilakukan berdasarkan persamaan geometri dan karakteristik bahan peledak untuk mencapai target massa volume terbongkar in-situ, sambil tetap memperhatikan fragmentasi material serta dampak getaran tanah dilapangan. Dari sisi lain, aspek ekonomis dievaluasi melalui parameter biaya per satuan yang lebih minimum. Agar lebih jelas dapat dilihat pada simulasi tabel berikut.

Tabel 5. Rekomendasi Geometri dan Biaya Optimum

Parameter	Avg Aktual	Usulan
Burden (m)	5	5
Spacing (m)	5	5
Depth Hole (m)	5.9	5
Column Charge (m)	2.3	1.9
Subdrilling (m)	-	0.3
Stemming (m)	3.6	3.1
Hole Diameter (mm)	127	127
Explosives Type	ANFO	ANFO
Explosives Density (gr/cc)	0.81	0.81
Effectife Energy (Mj/kg)	2.2	2.2
Loading Density (Kg/m)	10.37	10.37
Charge per Hole (Kg)	24.13	19.7

AV Powder Factor (Kg/BCM)	0.19	0.16
BCM per Hole	125,87	125,00
Drilling Cost per Hole (US\$)	11.05	9.25
Explosives Cost per Hole (US\$)	21.48	17,26
Initiations Cost per Hole (US\$)	9.00	8.64
Total Cost per Hole (US\$)	41.53	35.15
Drilling Cost per BCM (US\$)	0.088	0.074
Explosives Cost per BCM (US\$)	0.171	0.138
Initiation Cost (US\$/BCM)	0.071	0.069
Total Cost (US\$/BCM)	0.330	0.281

Rekomendasi geometri yang diusulkan memiliki ukuran sebesar *burden* 5 m, *spacing* 5 m dan *depth hole* sebesar 5 m, begitu juga dengan ukuran *subdrilling* 0,3 m dan *stemming* 3,1 m. Selain itu berat isian bahan peledak digunakan 19,7 kg, dengan powder factor optimum adalah 0,16 kg/BCM. Melalui geometri yang diusulkan, volume per lubang akan tercapai serta memungkinkan untuk mendapatkan satuan biaya yang lebih minimum. Sehingga disimpulkan bahwa biaya usulan merupakan biaya yang paling optimum untuk menghasilkan volume terbungkar dan target peledakan dapat dipenuhi.

Tabel 6. Perbandingan Parameter Biaya Aktual dan Usulan

Parameter	Total Cost Aktual (US\$)	Total Cost Usulan (US\$)	Efisiensi (%)
Drilling	58.685,19	49.476,18	16%
Explosives	114.049,19	92.273,69	19%
Initiations	47.774,23	46.185,35	3%
Grand Total	220.508,60	187.935,22	38%

Pada Tabel 6, melalui penggunaan geometri usulan juga akan menekan total biaya menjadi lebih efisien, yang mana dapat menghemat total 38% pada parameter biaya pengeboran, biaya bahan peledak serta biaya inisiasi peledak.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan aktual biaya rata-rata dari parameter *drilling cost*/BCM US\$ 0,088, *explosives cost*/BCM US\$ 0,171, dan *initiations cost*/BCM US\$ 0,071, selanjutnya didapatkan total cost/BCM pengeboran dan peledakan adalah US\$ 0,330/BCM. Dari hasil analisis hubungan parameter biaya, geometri peledakan dan penggunaan *powder factor* akan mempengaruhi secara langsung biaya optimum pada pengeboran dan peledakan. Penentuan rekomendasi memberikan persamaan geometri usulan dengan ukuran *burden* 5 m, *spacing* 5 m, *depth hole* 5 m, *column charge* 1.9 m, *stemming* 3.1 m, dengan penggunaan *powder factor* sebesar 0.16 Kg/BCM. Melalui persamaan geometri yang diusulkan mendapatkan total biaya yang optimum sehingga akan dapat memaksimalkan hasil target

volume terbungkar tercapai dan juga dengan menggunakan satuan biaya yang minimum. Parameter biaya yang diusulkan meliputi *drilling cost*/BCM US\$ 0.074, *explosives cost*/BCM US\$ 0.138, *initiations cost*/BCM US\$ 0.069, selanjutnya total cost/BCM optimum yang didapatkan yaitu US\$ 0.281/BCM. Rancangan geometri usulan juga akan menekan total biaya aktual, yang mana dapat menghemat total 38% biaya pada parameter pengeboran dan peledakan.

Daftar Pustaka

- Abimanyu, D., & Trides, T., 2018. Evaluation of Blasting Geometry to Fragmentation of Rock and Blasting Cost on Pit Lisat PT. Teguh Sinarabadi, District West Kutai Province East Kalimantan. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 6(2), 29–36.
- Adebayo, B., & Akande, J. M., 2015. Effects of blast hole deviation on drilling and muck pile loading cost. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 2(6), 2313–3759.
- Assany, F., & Kopa, R., 2021. Kajian Teknis dan Ekonomis Peledakan di Pit 1 PT. Pebana Adi Sarana Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 6(1), 218–228.
- Bhandari, S., 1997. Engineering rock blasting operations (p. 388).
- Gm Mj J., G., & Temeng, V. A., 2015. Reducing Drill and Blast Cost through Blast Optimisation-A Case Study. *Ghana Mining Journal*, 15(2), 50–57.
- Jimeno, C. L., Jimeno, E. L., Carcedo, F. J. A., & De Ramiro, Y. V., 2017. Drilling and blasting of rocks. *Drilling and Blasting of Rocks*, 1–391.
- Koesnaryo, S., 2001. Buku I Teknik Peledakan Pemboran untuk Penyediaan Lubang Ledak. Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Lowrie, M., McCarter, K., & Van, Z., 2002. Blasting Principles for Open Pit Mining. 1(11): 540–883.
- Magdalena, H., 2023. Valuasi Tambang untuk Engineer dan Manajer. Mulawarman University Press.
- Munawir., 2015. Analisis Geometri Peledakan Terhadap Ukuran Fragmentasi Overburden Pada Tambang Batubara PT. Pamapersada Nusantara Jobsite Adaro Kalimantan Selatan. *Jurnal Geomine Vol 1*(8).
- Nenuwa, O. B., & Jimoh, B. O., 2014. Cost Implication of Explosive Consumption in Selected Quarries in Ondo and Ekiti State.

4(7), 402–409.

- Novalia, H., Farid, F., & Megasukma, Y., 2022. Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batu Kapur di PT. Semen Padang. *Indonesian Jurnal of Community Services and Development*, 1(9), 683–699.
- Rajpot, M. A., 2009. The Effect of Fragmentation Specification on Blasting Cost by. In *Design*
- Saliu, M. A., Ajaka, E. O., & Ohere, S. A., 2017. The Effect of Drilling and Charging Design on Cost of Blasting in Some Selected Rocks in Nigeria. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4(11), 65–71.
- Zarghami, A. G., Shahriar, K., Goshtasbi, K., & Akbari, A., 2018. A model to calculate blasting costs using hole diameter, uniaxial compressive strength, and joint set orientation. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 118(8), 869–877.