

PERBANDINGAN BIAYA BAHAN PELEDAK R.L ASH DAN ANDERSON PADA PEMBONGKARAN ANDESIT PT BATU MAMAK SERASI

Bagas Hari Aulia¹, Irfan Satria Permana², Heriyanto³

^{1,2,3}Universitas Muara Bungo

Corresponding Author: bagashari79@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: Jan 12, 2026

Revised: Jan 25, 2026

Accepted: Jan 31, 2026

Published: Feb 07, 2026

Keywords:

Blasting costs

Mapping

Blasting Geometry

Powder Factor

Explosives

ABSTRACT

PT. Batu Mamak Serasi carries out andesite rock demolition in open pit mines using drilling and blasting methods. This blasting process aims to break the rock from its parent rock into pieces of a certain size. Blasting geometry and cost are crucial concepts in mining operations used for rock demolition activities. The purpose of this study is to compare the costs of the actual blasting geometry used, namely R.L ASH with the Anderson method. The method used is quantitative with direct observation of the blasting geometry parameters that affect costs such as burden, spacing, stemming, blast hole depth, fill column length, and powder factor. From the results of this research analysis it is known that by considering the comparison of Powder Factor between the two blasting geometry design methods, the results of the Anderson method show the use of more efficient explosives for larger rock volumes, compared to the R.L. ASH method, this efficiency is an added value of the Anderson method, especially if the main goal is to reduce costs without reducing productivity. So based on the results of the analysis, the production obtained with the R.L ASH method is 3,405 tons with an explosive weight of 475 kg, while Anderson gets a production of 4,545 tons with an explosive weight of 645 kg. The difference in the use of explosives lies in the column fill factor for explosives in each different hole and the difference in the total fill column of 1.198 m. From the R.L ASH production, a gross income of Rp. 290,580,000 is obtained, while the production obtained according to Anderson is Rp. 481,529,000, with a profit difference of 15%.

1. PENDAHULUAN

Penambangan andesit merupakan salah satu kegiatan industri yang memiliki peranan penting dalam mendukung pembangunan infrastruktur di Indonesia. Andesit sebagai bahan material yang banyak digunakan memiliki karakteristik fisik yang baik, seperti ketahanan terhadap cuaca dan kekuatan tekan yang tinggi. Oleh karena itu, permintaan akan andesit terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan kebutuhan akan pembangunan infrastruktur berkelanjutan. Industri pertambangan selalu didorong untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Geometri peledakan dan biaya adalah sebuah konsep krusial dalam operasi penambangan yang digunakan untuk kegiatan pembongkaran batuan. Kesalahan dalam merancang geometri peledakan dapat mempengaruhi biaya yang dapat mengakibatkan pemborosan bahan peledak, keterlambatan proyek, dan bahkan kerugian finansial yang signifikan. Salah satu caranya dengan membandingkan dua

geometri peledakan dan mencari biaya yang efisien dan hasil produksi yang diinginkan.

Dalam konteks ini, peneliti bertujuan untuk menganalisis dan mengembangkan usulan yang dapat digunakan untuk kegiatan penambangan andesit. Dengan membandingkan dua metode geometri peledakan menurut R.L ASH dan Anderson, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan efisiensi pengelolaan biaya di sektor penambangan. Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menghitung geometri peledakan aktual pada PT BMS
2. Menghitung biaya bahan peledak yang dikeluarkan pada setiap lubang ledak menurut metode R.L ASH dan metode Anderson
3. Membandingkan biaya bahan peledak antara metode R.L ASH dan metode Anderson.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis dan pembaca

untuk mengaplikasikan ilmu teori yang didapatkan pada praktek langsung di lapangan sehingga menambah wawasan, pengetahuan serta pengalaman mengenai dunia pertambangan. Dan diharapkan nantinya dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai kelebihan dan kekurangan masing-masing metode, serta memberikan rekomendasi untuk biaya peledakan yang lebih efisien di masa depan.

2. Bagi Perusahaan

Dapat dipakai sebagai pembandingan atau bahan pertimbangan dalam evaluasi geometri peledakan dan perhitungan biaya pada kegiatan peledakan. Dengan mengidentifikasi dan analisis biaya Perusahaan dapat membandingkan dua metode geometri peledakan mana yang efisien.

TINJAUAN UMUM

PT Batu Mamak Serasi adalah perusahaan pertambangan yang bergerak di bidang pertambangan dengan bahan galian C yaitu batu andesit yang terletak di Rantau Kelayang Kecamatan Pelepat Kabupaten Bungo Provinsi Jambi, PT. BMS. Selaku perusahaan yang memegang izin usaha pertambangan (IUP) atau dengan kata lain pemegang IUP dengan melakukan penambangan.

Untuk menambang batuan andesit yang berbentuk bukit sistem penambangan yang digunakan yaitu penambangan terbuka (*surface mining*), dengan metode *quarry*. Metode khusus yang digunakan adalah *side hill type quarry*, yaitu menambang endapan batuan yang berada di lereng atau berbentuk menyerupai bukit. PT. BMS menambang dan mendistribusikan batu andesit yang selanjutnya dapat digunakan sebagai pondasi bangunan, menjadi dasar campuran aspal, dan kebutuhan pasar lainnya

Lokasi dan Topografi

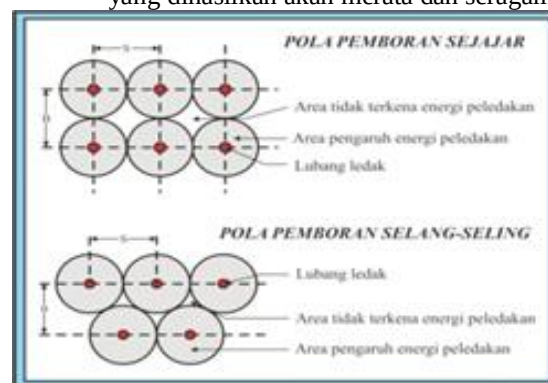
PT. Batu Mamak Serasi (PT BMS) merupakan Perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dengan bahan galian C yaitu batu andesit. Lokasi pertambangan berada di Rantau Kelayang Kecamatan Pelepat Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. PT. BMS. Selaku perusahaan yang memegang izin usaha pertambangan (IUP), PT Batu Mamak Serasi memiliki *jobsite* penambangan dengan metode *blasting* peledakan dengan kata lain *joint mining operation* dengan perusahaan PT.RMB dengan rata-rata produksi batuan andesit per tahun 200.000 ton/tahun.

PT Batu Mamak Serasi berada Formasi Bukitpunjung yang umumnya formasi ini terdiri dari batupasir gampingan, batu lempung pasir, tuf, dan breksi gunungapi. Disebelah Timur terdapat formasi Tma, sebelah utara yang kemungkinan terdapat sesar yang menunjukkan bahwa wilayah ini pernah mengalami deformasi tektonik. Diarah selatan terdapat formasi Jgr yang kemungkinan formasi Bukitpunjung mengimpit formasi yang lebih tua. Proses pengendapan terjadi pada era kuartar atau pliosen awal. Formasi Bukitpunjung (Qpb) menutupi seluruh daerah yang diteliti, batuan yang sering dijumpai breksi gunung api, tuf, dan lava.

Pemboran

Pemboran merupakan langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan kegiatan peledakan. Pemboran bertujuan untuk membuat lubang ledak yang selanjutnya digunakan untuk pengisian bahan peledak. Pola pemboran yang sering digunakan yaitu pengeboran paralel yang memiliki lubang bor paralel di setiap kolom, sedangkan pengeboran selang-seling (*staggered*) memiliki lubang bor yang berselang-seling di setiap kolom.

- 1) Pola pemboran sejajar berbentuk seperti persegi panjang yang berbaris
- 2) Pola pemboran selang-seling yaitu pola yang berbentuk seperti zig-zag, pola pemboran ini banyak digunakan karena distribusi energi peledakan yang dihasilkan lebih optimal bekerja pada batuan dan diharapkan fragmentasi batuan yang dihasilkan akan merata dan seragam.



Gambar. 2.1 Pola Pemboran

(Sumber: Ibrahim Mappa Usman, 2023)

Peledakan

PT. BMS melakukan penambangan batuan andesit menggunakan metode pemboran dan peledakan. Proses peledakan ini bertujuan untuk memecah batu dari induknya menjadi potongan-potongan yang diinginkan.



Kegiatan pengeboran dan peledakan adalah bagian penting dalam upaya untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan. Agar proses ini berjalan efisien, efektif, dan dengan biaya yang seminimal mungkin, diperlukan perencanaan yang matang. Salah satu aspek penting yang perlu dikaji adalah geometri peledakan.

Geometri peledakan (Yogi Novendri, 2017) merupakan suatu hal yang sangat menentukan hasil peledakan dari segi fragmentasi yang dihasilkan, rekahan yang diharapkan maupun dari segi jenjang yang terbentuk. Parameter yang terdapat pada geometri peledakan meliputi *burden* (jarak tegak lurus terpendek ke *free face*), *Spasing* (jarak terdekat antara dua lubang peledakan dalam satu baris), *Stemming* (material penutup di dalam lubang ledak), *subdrilling* (lubang tambahan yang berada di bawah jenjang), kedalaman lubang ledak, tinggi jenjang, Panjang kolom isian bahan peledak, *loading density*, dan *powder factor*. PT. Batu Mamak Serasi menggunakan bahan peledak yang berjenis ANFO yang memiliki densitas 0,80 gr/cc, yang menjadi sumbu ledak yaitu detonator yang akan digabungkan dengan dinamit selanjutnya dikenal dengan sebutan primer.

Ekonomi Peledakan

Ekonomi peledakan digunakan sebagai cara untuk mengevaluasi dan mengontrol efisiensi biaya dari kegiatan peledakan termasuk aktivitas yang berkaitan dengan kegiatan peledakan, biaya peledakan sebagai salah satu komponen biaya yang dikeluarkan perusahaan.

Perhitungan biaya diperlukan untuk mengetahui biaya apa saja yang dikeluarkan pada kegiatan peledakan, apakah sepadan dengan pendapatan yang dihasilkan atau tidak, selain itu juga untuk menentukan besaran jumlah volume peledakan yang akan dihasilkan maupun harga modal dari kegiatan tersebut (Novalia dkk. 2022).

Untuk menentukan apakah suatu nilai penghasilan (*income*) tergolong ekonomis atau tidak, diperlukan pertimbangan tertentu dalam proses penilaiannya. Salah satunya adalah jika $income > 0$, artinya Kegiatan operasional tersebut dianggap layak atau menguntungkan jika menghasilkan pendapatan (*income*) yang positif. Sebaliknya, jika $income < 0$ atau bernilai negatif, maka kegiatan tersebut tidak layak atau tidak menguntungkan untuk dijalankan. (Libriyon dan Kopa 2019). Menurut (Pratama 2025), *Cost Blasting Optimum* yaitu biaya terendah yang diharapkan untuk mendapatkan hasil peledakan yang baik persatuan ton atau persatuan meter kubik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Dikarenakan penelitian ini nantinya menggunakan data yang berupa angka-angka. Penelitian kuantitatif adalah serangkaian langkah yang sistematis untuk mengumpulkan dan mengolah data primer yang didapat melalui pengukuran dan observasi langsung dan data sekunder yang diberikan pihak PT. Batu Mamak Serasi serta referensi literatur lainnya, baik berbentuk *handbook*, jurnal, maupun internet. Setelah itu data diolah dan dianalisa untuk mengetahui biaya perhitungan pengeboran dan peledakan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan Tugas Akhir dilakukan di PT Batu Mamak Serasi, Rantau Kelayang Kecamatan Pelepat Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. Dengan waktu pelaksanaan kegiatan observasi lapangan selama 1 bulan yang berlangsung dari tanggal 29 Mei 2025 hingga 30 Juni 2025

Teknik Pengambilan Data

Penelitian yang dilakukan akan menggunakan dua jenis data, adapun data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari pengukuran dan observasi langsung di lapangan, meliputi geometri peledakan (*burden*, *spasing*, *stemming*, kedalaman lubang ledak, *powder factor*, *subdrilling*, tinggi jenjang, Panjang kolom isian, dan *loading density*). Monitoring hasil peledakan, dan perhitungan biaya bahan peledak yang digunakan. Data sekunder yaitu data yang didapat dari pihak PT. Batu Mamak Serasi dan literatur lainnya seperti buku, jurnal, *handbook*, artikel maupun laporan yang berhubungan dengan topik penelitian. Data sekunder dari pihak PT. Batu Mamak Serasi yaitu profil Perusahaan, target produksi dari kegiatan penambangan batu andesit, data geografi dan stratigrafi.

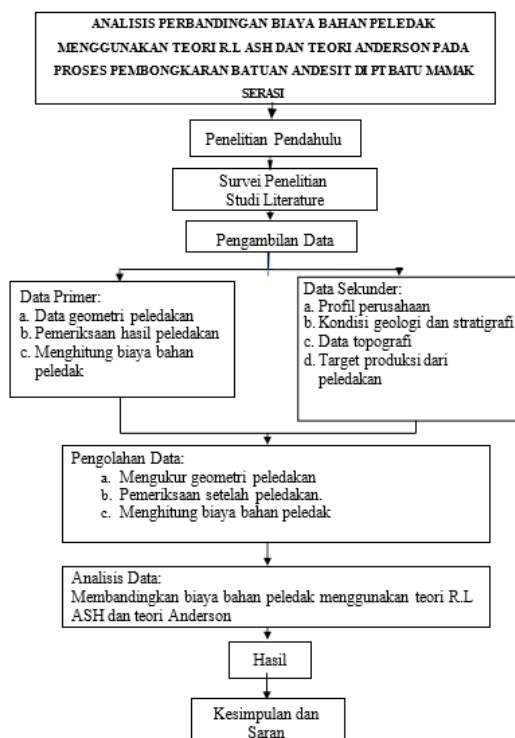
Alur penelitian yang dilakukan akan dimulai dengan studi literatur, studi literatur dilakukan mempelajari terkait referensi yang menunjang penelitian yang berkaitan dengan biaya dan peledakan. Selanjutnya, dilakukannya pengamatan langsung seluruh operasi peledakan, mulai dari pengeboran, pengisian bahan peledak hingga evaluasi hasil kegiatan peledakan. Pengukuran geometri peledakan meliputi antara lain *burden*, *spasing*, *stemming*, kedalaman lubang ledak, panjang kolom isian. Pengukuran dilakukan menggunakan meteran roll yang bertujuan untuk mengetahui jarak *burden*, jarak *spasing*, panjang

kolom isian dari masing-masing lubang ledak. Setelah dilakukan pengukuran maka diketahui geometri peledakan. Lalu dilakukan pemeriksaan setelah peledakan untuk mengetahui batuan yang terbongkar, dan setelah data didapatkan maka Langkah selanjutnya menghitung biaya handak yang digunakan.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan setelah seluruh data yang dibutuhkan berhasil dikumpulkan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai perbedaan biaya dari masing-masing metode. Dasar perhitungan biaya bahan peledak dalam penelitian dihitung berdasarkan, Menghitung volume batuan yang diledakkan, Menentukan total bahan peledak yang diperlukan, Menghitung total biaya bahan peledak dengan cara biaya dihitung dengan mengalikan total kebutuhan bahan peledak dengan harga satuan bahan peledak, dan terakhir Menganalisis perbandingan biaya menjadi langkah terakhir dalam analisis dengan membandingkan hasil biaya dari kedua metode.

Kerangka Pikir Penelitian



3. Hasil Dan Pembahasan

Kegiatan peledakan pada proses penambangan di batuan andesit bertujuan untuk membraikan atau membongkar batuan agar lebih mudah untuk diangkut dan diproses lebih lanjut secara ekonomis.

Kegiatan peledakan di PT. Batu Mamak Serasi dilakukan sebanyak kurang lebih 8-10 kali dalam sebulan. Operasi peledakan dilakukan pada pukul 11.30 sampai 12.30 WIB.

Geometri peledakan berguna untuk mengontrol hasil suatu kegiatan peledakan. Rancangan geometri peledakan yang baik akan menghasilkan efek peledakan yang baik pula, selain itu juga akan didapatkan fragmen batuan yang sesuai dengan standar produk yang dikehendaki (Santika, 2012). Berdasarkan dari geometri peledakan aktual di lapangan maka didapatkan *burden* 2 m, *spacing* 3 m, kedalaman lubang 6 m, *stemming* 2 m dan panjang isian (PC) 3,1 m. sehingga rata-rata *Powder Factor* (PF) 0,16 kg/ton.

Perbandingan Jumlah Batuan Yang Terbongkar

Pada kegiatan peledakan yang telah dilakukan, didapatkan hasil massa batuan yang terbongkar dari metode R.L ASH dengan banyak lubang ledak yaitu 43 sebanyak 3.405 Ton. Dengan perbandingan geometri menggunakan metode Anderson dengan jumlah lubang ledak yang sama yaitu 43 maka massa batuan yang terbongkar sebanyak 4.545 Ton. Artinya dapat disimpulkan bahwa geometri peledakan harus sangat diperhatikan dikarenakan mempengaruhi hasil batuan yang terbongkar.

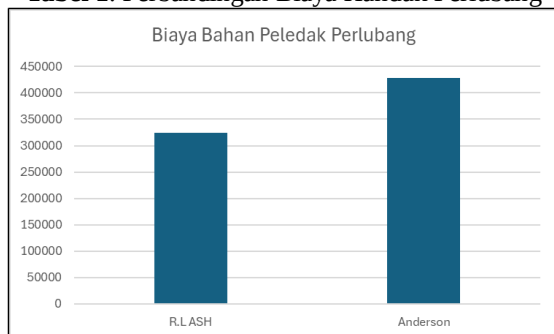
Geometri peledakan merupakan parameter yang sangat penting untuk menentukan jumlah batuan yang akan dibongkar (Kuswanto, Santoso, dan Annisa 2022). Perbedaan hasil antara metode R.L. Ash dan Anderson dapat dilihat dari beberapa aspek penting dalam perancangan geometri peledakan. Faktor-faktor seperti *burden* (jarak antara lubang peledak ke arah *Free face*), *spacing* (jarak antar lubang dalam satu baris (row)), kedalaman lubang ledak, serta banyaknya bahan peledak yang digunakan.

Metode Anderson lebih mengoptimalkan pengaturan *burden* dan *spacing*. Pendekatan ini membantu menghasilkan pecahan batuan (fragmentasi) yang lebih merata, karena energi dari ledakan bisa tersebar secara lebih efisien dan merata ke seluruh massa batuan. Sebaliknya, metode R.L. ASH cenderung memakai nilai *burden* dan *spacing* yang lebih konservatif, sehingga sebagian energi peledakan tidak cukup kuat untuk membongkar batuan secara menyeluruh, yang mengakibatkan volume batuan yang berhasil dibongkar menjadi lebih sedikit dari metode Anderson.

Perbandingan Biaya Peledakan Perlubang

Menurut (Hutapea, Tibri, dan Halawa 2024) Biaya peledakan dapat bervariasi tergantung dari panjangnya kolom isian dan banyaknya jumlah lubang ledak yang dibutuhkan. Biaya jumlah lubang peledakan perlubang pada peledakan aktual/R.L ASH sebesar Rp 324.400,- dengan perbandingan biaya jumlah lubang peledakan dengan teori Anderson sebesar Rp.428.400,-. Dari data yang telah disajikan dapat diketahui bahwa biaya peledakan perlubang berbeda-beda karena jumlah lubang ledak dan kedalaman lubang ledak dari setiap peledakan berbeda. Pada tabel dibawah dapat dilihat perbandingan biaya perlubang menurut R.L ASH dan teori Anderson.

Tabel 1. Perbandingan Biaya Handak Perlubang

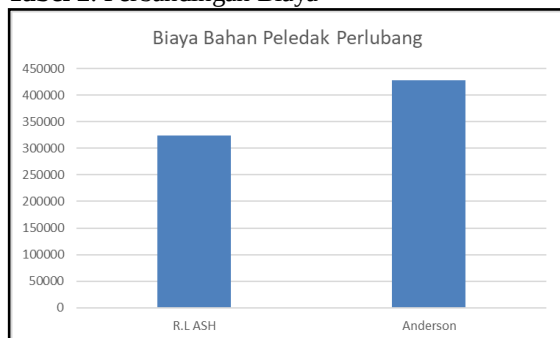


Dari tabel dapat dilihat bahwa biaya peledakan dari teori Anderson lebih tinggi dikarenakan panjang kolom isian yang lebih besar daripada teori R.L ASH.

Perbandingan Biaya Aktual/R.L ASH dan Anderson

Perbandingan biaya bahan peledak untuk meledakkan satu lubang, menggunakan metode R.L ASH diperoleh biaya Rp 324.000,- dan sedangkan biaya yang dikeluarkan saat menggunakan metode Anderson sebesar Rp 428.000,- seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini

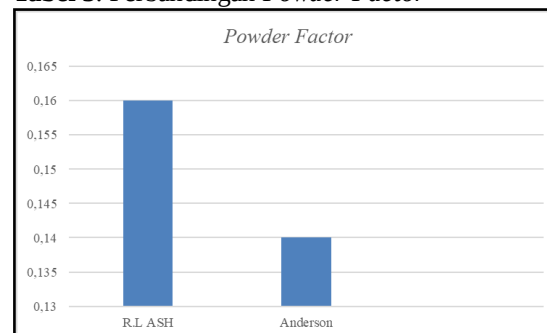
Tabel 2. Perbandingan Biaya



Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa geometri peledakan dari Anderson memiliki biaya peledakan

paling tinggi, namun geometri usulan Anderson memiliki *Powder Factor* terendah yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 3. Perbandingan *Powder Factor*



Powder Factor adalah perbandingan antar jumlah bahan peledak yang digunakan dengan volume batuan yang diledakkan. Analisis geometri peledakan dilihat dari bahan peledak yang digunakan dan biaya optimum adalah perhitungan geometri peledakan menurut Anderson berdasarkan perbandingan *Powder factor*. Menurut (Nabila, Wiratama, dan Yulanda 2023) penurunan *powder factor* berdampak pada pengurangan biaya peledakan. Semakin sedikit *powder factor* maka semakin dikit pula bahan peledak yang digunakan untuk menghasilkan 1 m³ batuan dan begitu pula sebaliknya jika *powder factor* besar maka semakin banyak dibutuhkan bahan peledak untuk memberai batuan sebesar 1 m³.

Dengan mempertimbangkan perbandingan *Powder Factor* antara dua metode desain geometri peledakan, hasil dari metode Anderson menunjukkan penggunaan bahan peledak yang lebih efisien untuk volume batuan yang lebih besar, dibandingkan dengan metode R.L. ASH, efisiensi ini menjadi nilai tambah dari metode Anderson, terutama jika tujuan utama adalah menekan biaya tanpa mengurangi produktivitas. Secara keseluruhan, pemilihan desain geometri peledakan yang tepat tidak hanya dipengaruhi oleh faktor teknis seperti *burden*, *spacing*, dan kedalaman lubang, tetapi juga oleh pertimbangan ekonomis melalui perhitungan *Powder Factor*. Oleh karena itu, untuk mencapai hasil peledakan yang ideal, diperlukan pendekatan yang seimbang antara efektivitas teknis dan efisiensi biaya.

Maka berdasarkan hasil analisis, didapat produksi dengan metode R.L ASH sebesar 3.405 Ton dengan berat bahan peledak sebesar 475 kg, sedangkan Anderson mendapatkan produksi sebesar 4.545 Ton dengan berat bahan peledak yaitu sebesar 645 kg. Perbedaan penggunaan bahan peledak ini terletak pada faktor isian kolom untuk bahan peledak pada



tiap lubang yang berbeda dan selisih kolom isian total sebesar 1,198 m. Dari produksi R.L ASH maka didapat *gross income* sebesar Rp 290.580.000,- dan sedangkan produksi yang didapat menurut Anderson sebesar Rp 481.529.000,- dengan selisih keuntungan senilai 15%, yang mana peneliti menyarankan untuk menggunakan geometri peledakan dari teori Anderson dengan catatan biaya Anderson lebih besar daripada R.L ASH akan tetapi massa batu yang dihasilkan juga lebih besar

4. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan dari analisis perbandingan biaya bahan peledak menggunakan metode R.L ASH dan metode Anderson yang dilakukan pada PT. Batu Mamak Serasi adalah sebagai berikut:

1. Geometri aktual yang digunakan di PT. BMS yaitu metode R.L ASH yang rata-rata memiliki geometri sebagai berikut yaitu *burden* berkisar 2 m, *spacing* berkisar 3 m, *stemming* 2 m, *subdrilling* 0,4 m, kedalaman lubang ledak 6 m, dan panjang kolom isian 3,1 m.
2. Biaya untuk meledakkan satu lubang ledak menurut R.L ASH yaitu Rp 324.400,- /lubang yang terdiri 11 kg ANFO, 1 detonator, dan 1 dinamit sedangkan menurut Anderson yaitu Rp 428.400,- /lubang yang terdiri dari 15 kg ANFO, 1 detonator, dan 1 dinamit.
3. Perbandingan biaya antara metode R.L ASH dan metode Anderson menunjukkan meskipun biaya yang dikeluarkan metode R.L ASH lebih kecil akan tetapi hasil batuan yang terberai juga lebih kecil dari pada metode Anderson yang mampu memberai batuan lebih baik, akan tetapi biaya yang dikeluarkan juga akan lebih besar dikarenakan geometri peledakan dan faktor isian yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Agnesty, Indry dkk. 2018. "Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batuan Granit di PT Hasindo Mineral Persada." *JeLAST: Jurnal PWK*: 1–12.
- 2) Ekky S, Zaenal, dan Sri Widayanti. 2019. "Kajian Biaya Kepemilikan (Owning Cost) dan Biaya Operasi (Operating Cost) pada Peralatan Penambangan Batuan Andesit di PT Panghegar Mitra Abadi, Blok Gunung Gadung, Kampung Cikuya Desa Lagadar, Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat." *Prosiding Teknik Pertambangan ISSN 2460*: 6499.
- 3) Hutapea, J. M., T. Tibri, dan A. Halawa. 2024. "Evaluasi Geometri Peledakan Batuan Diorit Untuk Memperbaiki Fragmentasi Hasil Peledakan Di Desa Mardinding Julu Kabupaten Deli Serdang." *Jurnal Ruang Luar dan Dalam* 6(1): 86–91.
- 4) Imron, Tubagus, Rizal Syarif Sjaiful Nazli, dan Sapta Raharja. 2019. "Strategi Pengembangan Pemasaran Batu Andesit (Studi Kasus pada PT Duta Keluarga Imfaco, Bogor Jawa Barat)." *MANAJEMEN IKM: Jurnal Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menengah* 13(2): 127–36.
- 5) Indri Tenri Datu, Henny Magdalena, Windhu Nugroho, Lucia Litha Respati, dan Harjuni Hasan. 2023. "Estimasi Biaya Alat Muat Dan Angkut Penambangan Quarry Batu Andesit PT Putra Elan Balindo Pada Kota Palu Sulawesi Tengah." *Jurnal Sains dan Teknologi* 2(2): 81–93.
- 6) Kuswanto, Ardi, Eko Santoso, dan Annisa Annisa. 2022. "Kajian pengaruh arah peledakan terhadap fragmentasi batuan overburden hasil peledakan berdasarkan Model Kuz-Ram." *Jurnal Himasapta* 7(3): 117.
- 7) Nabila, Loewina Putri, Jarot Wiratama, dan Yudi Arista Yulanda. 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): 17.
- 8) Novalia, Harum, Faizar Farid, Yosa Megasukma, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi, dan Universitas Jambi. 2022. "Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batu Kapur Di PT. Semen Padang Study of Blasting Costs On Lime Dropping Process At PT. Cement Padang 1*)." *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat* 1(9): 2022–2683.
- 9) Permana, Irfan Satria, Randy M Oswara, Riri Lidya Fathira, dan Muhammad Huzaipi. 2024. "Estimasi Biaya Operasional Penambangan Batubara Untuk Mencapai Target Produksi Bulan Februari di PT Sumber Cahaya Mineral Kecamatan Pauh Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi." *Innovative: Journal Of Social Science Research* 4(6): 5571–81.
- 10) Pratama, Muhammad dan Arif Sandjaya. 2025. "Analisis perbandingan produktivitas metode pekerjaan galian." *Jurnal Mitra Teknik Sipil* 8(1): 19–28.
- 11) SONIATI, WiWIK. 2023. "Pengaruh Pengaturan Stemming Dan PowderFactor (Pf) Terhadap Lemparan Batuan Hasil Peledakan (Flyrock) Di Pt. Kayan Putra Utama Coal Malinau, Kabupaten Malinau, Kalimantan Utara." *Teknik Pertambangan S1 Fakultas Teknologi Minerall Institut Teknologi Nasional Yogyakarta*.
- 12) Zuhri, Syaifuddin, Shilvyanora Aprilia Rande, dan Erry Sumarjono. 2022. "Kajian Teknis Produktivitas Unit Peremuk Batu Andesit Di Pt. Samu Raya Stone Crusher." *Mining Insight* 03(01): 85–92.