



## Analisis Fragmentasi Peledakan terhadap Variasi Bahan Peledak pada Tambang Kuari Batugamping Blok B5 Utara PT Semen Tonasa Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan

Sahrul Poalahi Salu<sup>1</sup>, Gunawan<sup>1</sup>, Ika Sartika Ambarsari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Sulawesi Tenggara

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: November 12, 2023

Accepted: February 17, 2024

Published: March 3, 2024

#### Keywords:

Kuari batugamping  
fragmentasi batuan  
ANFO  
DABEX

#### Corresponding author:

Sahrul Poalahi Salu

Email: [17sahrulpoalahi@gmail.com](mailto:17sahrulpoalahi@gmail.com)

#### Read online:



Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Copyright © 2024 Authors



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

### ABSTRAK

PT. Semen Tonasa adalah perusahaan yang mengelola kegiatan pertambangan batugamping dengan luas lahan 751 Ha yang berlokasi di Desa Biringere. Kecamatan Bungoro. Kabupaten Pangkep. Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian berada pada front penambangan kuari Block B5 Utara. Kegiatan penambangan batugamping dilakukan dengan cara pengeboran dan peledakan. Ukuran fragmentasi hasil peledakan yang dibutuhkan crusher unit adalah  $\leq 80$  cm dan target produksi peledakan sebesar 35.000 ton/hari. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan dan produktivitas peledakan berdasarkan variasi bahan peledak ANFO dan DABEX. Ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan menggunakan persamaan Kuznetsov dan model Rosin Ramler. Hasil penelitian menunjukkan, produktivitas peledakan menggunakan bahan peledak ANFO sebesar 33.642,34 ton/hari dan bahan peledak DABEX sebesar 43.630,65 ton/hari. Ukuran fragmentasi rata-rata yang dihasilkan bahan peledak ANFO adalah 119,82 cm dan bahan peledak DABEX sebesar 157,65 cm. Nilai indeks keseragaman fragmentasi hasil peledakan bahan peledak ANFO sebesar 0,36 dan bahan peledak DABEX sebesar 0,41. Hasil tersebut menunjukkan, penggunaan bahan peledak DABEX menghasilkan produksi dan ukuran fragmentasi rata-rata hasil peledakan batugamping 24,6% lebih optimal dibanding hasil produksi dan ukuran fragmentasi rata-rata yang dihasilkan oleh bahan peledak ANFO. Penggunaan bahan peledak emulsi DABEX lebih direkomendasikan untuk memenuhi target produksi dan ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan yang ditetapkan oleh PT. Semen Tonasa.

### ABSTRACT

PT. Semen Tonasa is a company engaged in limestone mining covering an area of 751 hectares located in Biringere Village, Bungoro District, Pangkep Regency, South Sulawesi. The research location is at the northern quarry mining front of Block B5. Limestone mining activities are carried out through drilling and blasting. With a target production of 35,000 tons per day, the crusher unit requires the blasted material to have a fragmentation size of  $\leq 80$  cm. This research aims to determine the fragmentation size of the blasted limestone and the blasting productivity based on variations in ANFO and DABEX explosive materials. The Kuznetsov equation and the Rosin Ramler's model are used to calculate the fragmentation size of the blasted limestone. The research results show that the blasting productivity using ANFO explosive material is 33,642.34 tons/day, while with DABEX explosive material, it is 43,630.65 tons/day. The average fragmentation size produced by ANFO explosive material is 119.82 cm, while DABEX explosive material results in an average fragmentation size of 157.65 cm. The explosive materials ANFO and DABEX have fragmentation uniformity index values of 0.36 and 0.41, respectively. According to the study, the production and average fragmentation size of limestone blasting produced by DABEX explosives is 24.6 percent higher than that of ANFO explosives. In order to achieve the desired production and fragmentation size of limestone blasting results as required by PT Semen Tonasa, DABEX emulsion explosives are highly recommended.

**How to cite:** Salu, S. P., Gunawan, dan Ambarsari, I. S. (2023). Analisis Fragmentasi Peledakan terhadap Variasi Bahan Peledak pada Tambang Kuari Batugamping Blok B5 Utara PT Semen Tonasa Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan*, 5(2), p87-94. <https://doi.org/10.56099/ophi.v5i2.p87-94>

## 1 Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Laut Filipina (Hall, 2002). Pertemuan keempat lempeng tersebut mengakibatkan terbentuknya tatanan tektonik yang rumit. Tatanan tektonik di wilayah Indonesia bagian timur melibatkan lempeng utama, mikrokontinen, dan busur kepulauan. Daerah Sulawesi merupakan bagian dari wilayah Indonesia bagian timur yang memiliki tatanan tektonik rumit (Supartoyo dkk., 2014). Salah satu pulau yang berada di Indonesia timur adalah pulau Sulawesi. Sulawesi merupakan pulau yang memiliki kenampakan struktur geologi dan litologi yang sangat kompleks dibandingkan dengan pulau-pulau lain di Indonesia karena berada pada zona tumbukan (Ramadhian dan Purwanto, 2017). Tatanan Karst merupakan salah satu produk dari proses geologi yang ditemukan di Pulau Sulawesi. Pembentukan topografi karst sangat dipengaruhi oleh sebaran struktur geologi dan perkembangan tektonik yang dialami oleh daerah tersebut.

### 1.1 Geologi Regional

Setidaknya terdapat tiga set struktur yang mempengaruhi penyebaran batugamping Formasi Tonasa berdasarkan peta geologi oleh Sukamto (1982) dan Sukamto dan Supriatna (1982), yaitu yang berarah baratlaut-tenggara, utara-baratlaut-selatan-tenggara, dan timurlaut-baratdaya. Karstifikasi atau proses pembentukan bentuk lahan karst didominasi oleh proses pelarutan yakni proses pelarutan batugamping.

Batugamping merupakan batuan endapan yang terbentuk di dasar lautan dan disusun oleh berbagai cangkang binatang laut dalam kurun waktu jutaan tahun. Melalui proses geologi, akhirnya endapan batugamping tersebut terangkat ke permukaan dan membentuk dataran atau pegunungan batugamping. Selanjutnya di bawah kontrol air umumnya air hujan yang mengandung senyawa CO<sub>2</sub>, terjadi proses kimiawi hingga membentuk rongga berbagai bentuk dan ukuran dalam kurun waktu ribuan tahun atau lebih. Endapan batugamping yang telah mengalami proses semacam ini disebut batugamping atau karst (Maulana, 2011).

Topografi karst yang unik di Propinsi Sulawesi Selatan, terbentang di wilayah Kabupaten Maros dan Pangkep, dimana secara geologi dimasukkan ke dalam Mandala Sulawesi Selatan Bagian Barat. Hadir dalam bentuk sebagai tipe karst menara (*tower karst*), sebaran bukit-bukit sisa pelarutan mendominasi dataran aluvial dan pesisir pantai seluas 300 km<sup>2</sup>. Topografi karst Maros terbentuk pada Formasi Tonasa

yang berumur Eosen Awal hingga Miosen Tengah (Sukamto, 1982). Meskipun Formasi Tonasa yang tersusun oleh batugamping terumbu dan batugamping klastika tersebar di berbagai tempat di Sulawesi Selatan bagian barat; yaitu daerah Barru – Ralla di bagian utara, daerah Biru – Malawa di bagian timur, daerah Jeneponto – Allu di bagian selatan, dan daerah Maros – Pangkajene di bagian tengah; namun hanya di bagian tengah saja topografi karst menara berkembang dengan baik (Husein dkk., 2008).

Batugamping Formasi Tonasa yang diendapkan di daerah tengah, antara Maros dan Pangkajene, memiliki ketebalan setidaknya 600 meter. Batugamping tersebut terendapkan di lingkungan laut dangkal berupa paparan yang stabil dengan lebar dimensi lebih kurang 80 km. Kecepatan pengendapan batugamping tersebut membutuhkan kecepatan penurunan paparan sebesar 3 cm/1000 tahun. Lereng bukit karst, menyerupai bentuk menara. Sudut lereng hampir vertikal, dengan datum permukaan dataran teramati tinggi bukit mencapai 200 m. Kedudukan perlapisan batugamping relatif horisontal, meski di beberapa tempat memiliki kemiringan landai ke arah barat. Dari peta geologi regional (Sukamto, 1982, Sukamto dan Supriatna, 1982).

Satuan Morfologi Perbukitan Karst terdiri atas batugamping dengan ciri-ciri morfologi karst antara 65-266 meter dari permukaan laut. Umumnya batugamping daerah ini bersifat keras dan kompak, sehingga satuan ini terdiri atas dinding perbukitan curam dan tegak. Daerah satuan ini terutama terdiri atas dinding perbukitan curam dan tegak.

Stratigrafi daerah Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan dikelompokkan menjadi tiga satuan batuan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Stratigrafi daerah Kabupaten Pangkep secara rinci tersusun atas: satuan endapan sungai, satuan batulempung, dan satuan batugamping.

Satuan endapan sungai merupakan hasil pengendapan Sungai Pangkajenne yang berumur Kuartar dengan ketebalan 0 – 4 m, terdiri dari lempung pasiran, kerikil bongkahan andesit, kuarsit dan sekis mika. Lokasi ini berada di sekitar Pabrik Semen Tonasa di bagian baratlaut dan utara. Lokasi ini disusun oleh material pasir, lempung kerikil, kuarsa dan lumpur. Batas dari satuan ini selaras dengan satuan batulempung tetapi tidak selaras dengan satuan formasi Tonasa.

Satuan batulempung umumnya dicirikan oleh batuan berwarna coklat kemerahan dan bersifat pasiran dan mempunyai litologi lempung pasiran, kerikil, bongkah kuarsa, batugamping, sekis mika dan kongkresi oksida besi. Lokasi ini berada di sekitar Pabrik Semen Tonasa dan penyebarannya terletak pada daratan rendah dan menyebar luas hingga ke lokasi persawahan. Batas dari Formasi Tonasa dengan

kedudukan ketidakselarasan dan selaras oleh satuan endapan sungai di bagian atasnya. Satuan ini diperkirakan berumur Kuartar.

**Tabel 1** Stratigrafi satuan batuan Daerah Pangkep

Kolom Litologi	Umur	Satuan Batuan	Ketebalan	Litologi
	K u a r t a r	Endapan sungai	0 - 4 m	Pasir, lempung, kerikil-kerakal, Andesit, kwarsa dan sekis mika.
		Lempung	3 - 15 m	Lempung, pasir, kwarsa, Batugamping, sekis, mika, batubara, konkresi oksida besi.
Ketidak-selarasan				
	Eosen-Miosen Bawah	Batugamping	> 135 m	Batugamping, tidak berlapis, kompak, keras, kristalin, fosil, kristal kalsit, sebagai hasil kristalisasi sekunder.

Satuan batugamping umumnya dicirikan oleh batugamping yang tidak berlapis, kristalin, keras, dan kompak. Umumnya berwarna abu-abu kekuningan hingga kuning kecoklatan. Fosil yang dikandung adalah foraminifera besar seperti *Alveolina*, *nummulites*, *disciciclina*, dan *Biplanispira* yang berumur Eosen – Miosen Bawah oleh [Sukamto \(1982\)](#). Batugamping ini tebalnya ± 20 – 30 meter, Pada bagian atas batugamping ini masif dengan ukuran arenit berwarna putih dan keabu-abuan muda. Kenampakan fisik batugamping daerah penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1** Kenampakan fisik batugamping Formasi Tonasa pada daerah penelitian

Pengamatan petrografi dan pengujian sifat keteknikan untuk menentukan sifat keteknikan sampel batuan. Sifat keteknikan yang diuji di antaranya adalah sifat fisik batuan yang terdiri dari densitas, bobot isi batuan, serta sifat mekanik yang terdiri dari kuat tekan batuan, kohesi, dan sudut gesek dalam batuan. Data tersebut menjadi dasar dalam penentuan hubungan karakteristik petrologi dengan sifat keteknikan batuan ([Dandy dkk., 2015](#)).

## 1.2 Fragmentasi Peledakan Batugamping

PT. Semen Tonasa merupakan salah satu perusahaan industri semen yang terbesar di Kawasan Timur Indonesia yang terletak di Desa Biringere Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. Salah satu bahan baku pembuatan semen adalah batugamping ( $\text{CaCO}_3$ ). Penambangan batugamping tidak lepas dari aktivitas pembongkaran dan pengangkutan.

Pembongkaran bertujuan untuk memisahkan batuan dari batuan induknya sedangkan pengangkutan bertujuan untuk mengangkut material hasil peledakan dari front penambangan menuju ke penampungan (*stock yard*) atau ke tempat pengolahan lebih lanjut. Penambangan batugamping pada PT. Semen Tonasa dilakukan dengan sistem tambang terbuka dengan metode kuari. Semen tonasa terbagi menjadi 2 blok yaitu blok A dan blok B, dimana luas IUP blok A yaitu ± 375,3 Ha dan luas IUP blok B yaitu ± 375,7 Ha. Lokasi penelitian dilaksanakan di front penambangan Kuari B5 Utara dengan luas area lebih kurang 46,94 Ha ([PT. Semen Tonasa, 2017](#)).

Kegiatan peledakan batugamping yang dilakukan pada PT. Semen Tonasa untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang sesuai dengan kebutuhan unit *crusher* yaitu berukuran ≤ 80 cm dengan target produksi perusahaan sebesar 35.000 ton/hari. Tujuan utama dilakukannya proses pengecilan ukuran material melalui unit peremukan (*crushing plant*) adalah untuk menghancurkan material hingga mencapai ukuran tertentu. Alat-alat pendukung pada proses peremukan meliputi *hopper*, *feeder*, *crusher*, *belt conveyor*, *vibrating screen*, dan *whell loader* ([Salu dkk., 2023](#)). Karakteristik batuan yang keras maka perlu dilakukan peledakan (*blasting*) yang bertujuan untuk memberai batuan sebesar ± 30% ([Pasaribu dan Yulhendra, 2022](#)). Dari proses peledakan ada beberapa kelebihan yang dapat diperoleh yaitu untuk memisahkan batuan dari batuan induknya menjadi fragmen-fragmen yang dikehendaki dan mempermudah proses pengambilan bahan galian yang diinginkan ([Halir dkk., 2023](#)). Metode pengeboran dan peledakan dilakukan untuk mempersingkat waktu pembongkaran dengan volume terbongkar yang besar ([Fadhila dkk., 2022](#)).

Faktor keberhasilan utama dalam kegiatan peledakan adalah penggunaan bahan peledak yang tepat dan fragmentasi hasil peledakan yang sesuai (Adam dkk., 2021). Ukuran fragmen batuan yang terlalu besar mengakibatkan produktivitas alat gali muat dan alat angkut turun serta dapat menghambat laju pengumpanan, sehingga bisa merusak *crusher* dan menghambat proses produksi semen. Semakin kecil ukuran fragmen batuan yang dihasilkan oleh suatu kegiatan peledakan, maka proses pemuatan oleh alat gali muat akan semakin mudah dilakukan dan alat angkut dapat diisi dengan kapasitas maksimum (Nilasari dkk., 2017). Dalam penelitian ini digunakan variasi bahan peledak campuran jenis ANFO dan *Bulk Emulsion Matriks* (DABEX). Bahan peledak ANFO merupakan senyawa campuran Amonium Nitrate dan Fuel Oil (solar) berbentuk butiran dan bahan primer digunakan adalah powergel magnum berbentuk dodol (Safaruddin dkk., 2021).

Dahana *Bulk Emulsion Explosive* (DABEX) merupakan produk emulsi curah yang ditemukan dan diproduksi secara mandiri oleh DAHANA. Riset DABEX dilakukan oleh PT. Dahana sejak tahun 1998 berawal dari ide bagaimana bahan peledak dapat dioperasikan di area tambang dalam kondisi basah dan masih tetap memberikan energi tinggi dan fragmentasi batuan yang baik. Jenis bahan peledak ini efektif digunakan untuk daerah basah lubang bor berair karena memiliki sifat tahan air dan dapat digunakan untuk lubang berdiameter minimal 75 mm, bergantung pada kandungan komposisi emulsi dan kedalaman lubang. DABEX berbasis ammonium nitrat terlarut dalam air yang diselimuti bahan bakar (*water in oil*) terdispersi dalam minyak bakar dengan bantuan bahan pengemulsi sehingga membentuk emulsi (PT. Dahana, 2023).

Penggunaan bahan peledak DABEX dalam tahap uji coba dimana hasil penggunaan bahan peledak ini nantinya akan digunakan sebagai bahan evaluasi apakah akan digunakan dalam waktu yang lama atau tidak. Parameter utama yang akan dievaluasi adalah ukuran fragmentasi dan produktivitas peledakan yang dihasilkan. Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan bahan peledak ANFO di antaranya mudah untuk dibuat, biaya efektif, sederhana, dan banyak digunakan serta memiliki densitas rendah. Di sisi lain, kerugian bahan peledak ini di antaranya adalah tidak tahan terhadap air dan densitas yang rendah terhadap tekanan lubang tembak. Penggunaan bahan peledak emulsi matriks memiliki beberapa keuntungan di antaranya adalah tahan terhadap air dan densitas rendah. Adapun kerugian dari bahan peledak ini adalah biaya penggunaan bahan peledak yang tidak efektif (Rivai dan Iskandar, 1987).

Faktor utama yang dipertimbangkan dalam proses pemilihan bahan peledak adalah karakteristik lingkungan dan karakteristik kinerja bahan peledak. Karakteristik lingkungan bahan peledak meliputi kepekaan, ketahanan terhadap air, uap, sifat mudah terbakar, tahan terhadap pembekuan. Karakteristik kinerja bahan peledak meliputi kepekaan terhadap suatu reaksi peledakan, kecepatan perambatan dari bahan peledak, kekuatan/energi dari bahan peledak yang menunjukkan angka presentase, stabilitas peledakan, penentuan densitas bahan peledak yang digunakan, permissibility adalah sifat bahan peledak yang menggambarkan dapat atau tidaknya bahan peledak digunakan.

**Tabel 2** Karakteristik bahan peledak ANFO (PT. Semen Tonasa, 2017)

Karakteristik Bahan Peledak Ammonium Nitrat Fuel Oil (ANFO)	
Bentuk Ukuran	6 – 20 mesh
Komposisi Beret	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Velocity Of Detonator (VOD)	3000 m/s
Kekuatan Ledak	8400 kj/kg
Berat Jenis	0,85 gr/cc
Ketahanan Terhadap Air	Buruk
Berat/Sak	25 kg/sak
Density Fuel Oil (FO)	0,81 kg/ltr
Karakteristik Bahan Peledak Dynamit Super Gel (Dodol)	
Ukuran Cartridge	18,5 cm x 0,32 cm
Berat Catridge	200 gr
Kekuatan	80% "strength"
Berat Jenis	1,4 gr/cc
Kertas Pembungkus	Parafice
Berat Per Peti Netto	25 kg
Jumlah Isi Per Peti	125 batang

**Tabel 3** Karakteristik bahan peledak *emulsion matriks* (PT. Dahana, 2023)

Karakteristik Bahan Peledak Emulsion Matrix	
Bentuk Catridge	Paste
Velocity Of Detonator (VOD)	5,3 m/s
Energi	3,059 kj/kg
Berat Jenis	1,25 gr/cc
Ketahanan Terhadap Air	Baik
Berat/Drum	203 kg
Karakteristik Bahan Peledak Booster	
Berat Catridge	200 gr
Berat Per Peti Netto	16 kg
Isi Per Peti	80 Batang

Berdasarkan komposisinya bahan peledak, diklasifikasi ke dalam bahan peledak senyawa tunggal dan bahan peledak campuran. Bahan peledak senyawa tunggal merupakan bahan peledak yang terdiri dari satu senyawa misal, PETN (Penta Erythritol

Tetra Nitrat), TNT (Tri Nitro Toluena) sedangkan bahan peledak campuran merupakan bahan peledak yang terdiri dari berbagai senyawa tunggal seperti Dynamit, Black powder, ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil), *Emulsion Matriks* (PT. Dahana, 2023). Karakteristik bahan peledak ANFO dan DABEX yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

## 2 Metode Penelitian

Fokus penelitian ini ditekankan pada pengaruh variasi penggunaan jenis bahan peledak ANFO dan DABEX terhadap produksi dan ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan. Penentuan ukuran fragmentasi hasil peledakan masing-masing bahan peledak diestimasi menggunakan persamaan Kuz-Ram sebagai berikut (Cunningham, 2005):

$$X=A \times [V/Q]^{0.8} \times Q^{0.167} \times [E/115]^{-0.63} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- X = Ukuran fragmentasi rata - rata (cm)
- A = Konstanta faktor batuan (A=7, untuk batuan yang agak kompak)
- Vo = Volume batuan per lubang tembak (B\*S\*L dalam m<sup>3</sup>). 33642,88 untuk ANFO; 43630,65 untuk DABEX
- Q = Jumlah bahan peledak pada setiap lubang ledak (kg). 6768,7 untuk ANFO dan DABEX.
- E = Relative Weight Strenght bahan peledak, untuk ANFO=100; TNT = 115)

Untuk menentukan distribusi ukuran fragmen rata-rata batuan hasil peledakan digunakan persamaan Rossin – Ramler (Cunningham, 2005):

$$R_x = e^{-\frac{x^n}{X_c}} \dots\dots\dots(2)$$

$$X_c = \left(\frac{x}{0.693}\right)^{1/n} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan

- Rx = Persentase massa batuan yang tertahan dengan ukuran X (cm). Hal ini dapat diartikan yaitu bila dilakukan pengayakan, maka terdapat material yang tidak lolos di setiap level mesh ayakan
- Xc = Karakteristik ukuran batuan (cm)
- X = Ukuran ayakan (*screen*) (cm)
- n = Indeks keseragaman

Indeks “n” adalah indeks keseragaman ukuran distribusi fragmentasi hasil pada peledakan yang memiliki nilai 0,6 – 2,2. Jika nilai “n” semakin besar, fragmentasi yang dihasilkan semakin seragam. Sebaliknya, jika nilai “n” semakin kecil maka fragmentasi yang dihasilkan ukurannya kurang seragam atau tak terkontrol, dimana akan terjadi bongkahan yang sangat besar atau sangat kecil. Besarnya nilai “n” didapatkan dengan persamaan 4 berikut (Cunningham, 2005):

$$n = \left[2,2 - 14 \left(\frac{B}{D_e}\right)\right] \left[1 - (W/B)\right] \left[1 + \left(\frac{A-1}{2}\right)\right] \left[\frac{PC}{L}\right] \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- n = Indeks keseragaman
- De = Diameter bahan peledak (mm)
- W = Standar deviasi keakuratan lubang bor (W) ≈ 0
- PC = Panjang isian (m)
- L = Tinggi jenjang (m)

## 3 Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Karakteristik Batugamping Daerah Penelitian

Secara umum data karakteristik batuan daerah penelitian diperoleh melalui dua cara yaitu deskripsi megaskopik dan uji laboratorium. Deskripsi megaskopik dilakukan untuk memperoleh data kenampakan fisik geologi batugamping seperti warna dasar dan lapuk batuan, kekerasan, struktur, dan keliatan. Penentuan sifat fisik batuan sangat penting untuk diketahui, karena dengan mengetahui sifat fisik batuan dapat ditentukan kualitas batugamping tersebut (Rosari dan Arsyad, 2017). Dengan melakukan pengujian tentang sifat fisik batuan dapat diketahui jenis dari batuan tersebut.

Hasil deskripsi menunjukkan batugamping memiliki warna segar putih tulang; warna lapuk putih keabu-abuan; kekerasan 3 skala mohs; keliatan keras dan kompak; dan struktur tidak berlapis. Hasil deskripsi menunjukkan batugamping daerah penelitian disetarakan dengan Formasi Tonasa dicirikan oleh batugamping, tidak berlapis, kompak, keras, kristalin, fosil, kalsit hadir sebagai produk rekristalisasi sekunder.

**Tabel 4** Data sifat fisik dan mekanik batugamping

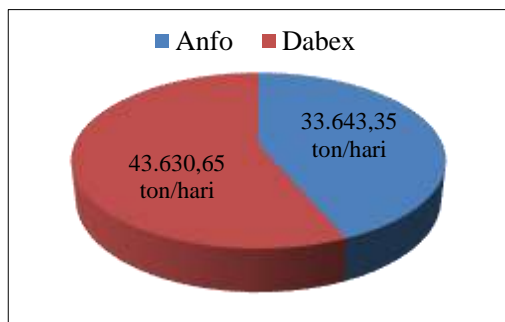
No.	Sifat Fisik dan Sifat Mekanik	Keterangan
1	Kuat Tekan	20,5 Mpa
2	Bobot Isi Asli	23,87 kN/cm <sup>3</sup>
3	Kohesi	35 kN/cm <sup>2</sup>
4	Sudut Geser Dalam	40°

Karakteristik sifat mekanik batuan diperoleh melalui serangkaian percobaan laboratorium seperti uji bobot isi, uji kuat tekan, dan uji triaksial batuan untuk data kohesi dan sudut gesek dalam. Penentuan sifat fisik batuan sangat penting untuk diketahui, karena dengan mengetahui sifat fisik batuan dapat ditentukan kualitas batugamping tersebut. Mengenal dan menafsirkan tentang asal usul dan mekanisme pembentukan suatu struktur geologi akan menjadi lebih mudah apabila kita memahami prinsip-prinsip dasar mekanika batuan, yaitu tentang konsep gaya, tegasan (*stress/compressive*), tarikan (*strength*), dan faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi karakter

suatu materi atau bahan (Noor, 2012). Data hasil uji laboratorium sifat fisik dan mekanik batugamping daerah penelitian dapat dilihat pada **Tabel 4**.

### 3.2 Produktivitas Peledakan

Berdasarkan data divisi penambangan batugamping PT. Semen Tonasa, target produksi batugamping adalah 35.000 ton/hari. Hasil produksi peledakan menunjukkan bahan peledak ANFO sebesar 33.643,35 ton/hari sedangkan bahan peledak DABEX sebesar 43.630,65 ton/hari (**Gambar 2**). Berdasarkan data hasil produksi peledakan tersebut terlihat bahwa bahan peledak DABEX menghasilkan produksi peledakan yang lebih maksimal dibanding bahan peledak ANFO. Mengacu pada target produksi yang ditetapkan perusahaan sebesar 35.000 ton/hari maka penggunaan bahan peledak DABEX lebih direkomendasikan melihat produksi peledakan yang dihasilkan melebihi dari target produksi yang ditetapkan.



**Gambar 2** Data produksi peledakan menggunakan bahan peledak ANFO dan DABEX

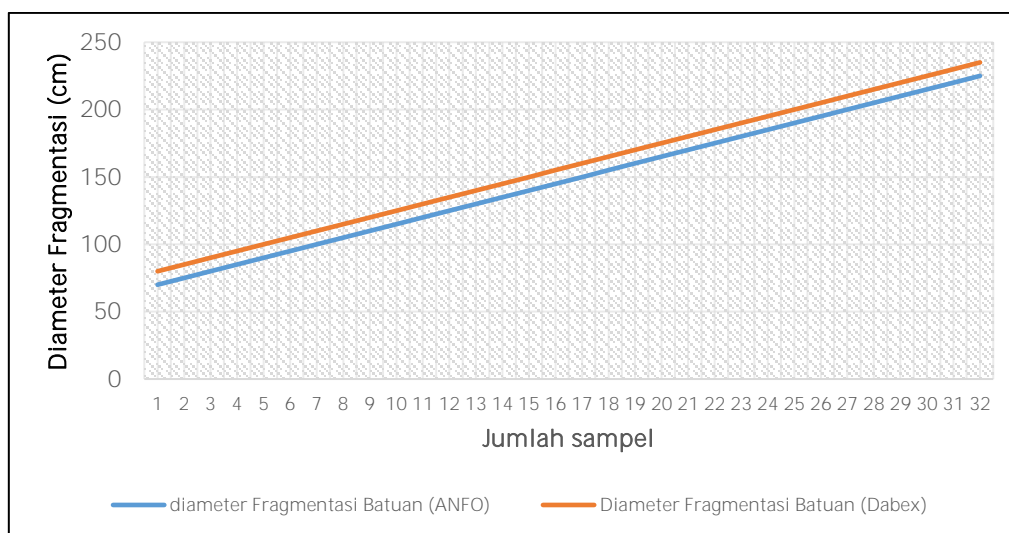
### 3.3 Ukuran Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

Data ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan diperoleh dengan menggunakan rumus Kuznetsov dan model Kus\_Ram. Secara keseluruhan data ukuran fragmentasi rata-rata (Xmean) batugamping hasil peledakan menunjukkan, bahan peledak ANFO menghasilkan ukuran fragmentasi sebesar 119,8 cm dengan nilai indeks keseragaman sebesar 0,36 sedangkan ukuran fragmentasi rata-rata batugamping hasil peledakan menggunakan bahan peledak DABEX sebesar 157,65 cm dengan nilai indeks keseragaman sebesar 0,41.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa ukuran fragmentasi rata-rata batugamping hasil peledakan menggunakan bahan peledak ANFO lebih kecil dibanding dengan ukuran fragmentasi menggunakan bahan peledak DABEX namun secara keseluruhan baik ukuran fragmentasi hasil peledakan menggunakan ANFO dan DABEX masih menunjukkan ukuran fragmentasi yang memenuhi standar ukuran fragmentasi yang dibutuhkan oleh crusher unit PT. Semen Tonasa yaitu di bawah atau sama dengan 80 cm. Secara keseluruhan data perbandingan ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan menggunakan bahan peledak ANFO dan DABEX dapat dilihat pada **Tabel 5** dan **Gambar 3**.

**Tabel 5** Fragmentasi batuan hasil peledakan

Jenis Bahan Peledak	Ukuran Fragmentasi (cm)		Indeks Keseragaman (N)
	Xmean (Rata - Rata)	Xc	
ANFO	119,82	331,85	0,36
DABEX	157,65	385,61	0,41



**Gambar 3** Grafik ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan menggunakan ANFO dan DABEX

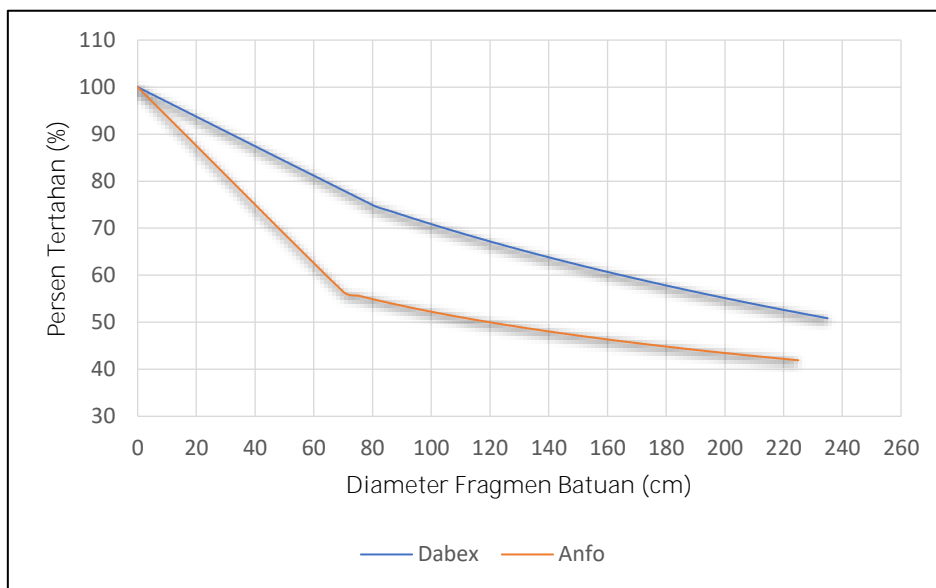
Untuk menaksirkan nilai distribusi ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan, digunakan parameter nilai persentase massa batuan yang

tertahan dalam persen (%). Berdasarkan data dalam grafik pada **Gambar 4**, hubungan antara persentase tertahan dengan ukuran fragmentasi hasil peledakan

memperlihatkan hubungan berbanding terbalik, dimana semakin besar persentase massa batuan (%) tertahan maka semakin kecil ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan, begitupun sebaliknya.

Bahan peledak ANFO memperlihatkan jumlah persentase tertahan maksimal sebesar 56% untuk ukuran diameter fragmentasi rata-rata hasil peledakan batugamping di bawah atau sama dengan 80 cm dan jumlah persentase tertahan sebesar 44% untuk ukuran diameter fragmentasi rata-rata hasil peledakan batugamping di atas atau sama dengan 80 cm. nilai ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan peledak ANFO menghasilkan produksi peledakan batugamping dengan ukuran fragmentasi rata-rata yang diinginkan oleh crusher maksimum sebesar 56%. Sedang untuk penggunaan bahan peledak DABEX memperlihatkan jumlah persentase tertahan sebesar 76% untuk ukuran fragmentasi rata-rata hasil peledakan batugamping di bawah atau sama dengan 80 cm dan jumlah persentase tertahan sebesar 24% untuk ukuran diameter fragmentasi rata-rata hasil peledakan batugamping di atas atau sama dengan 80 cm. nilai ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan peledak DABEX menghasilkan ukuran fragmentasi rata-rata yang diinginkan oleh crusher maksimum

sebesar 76%. Maka berdasarkan hasil tersebut, penggunaan bahan peledak DABEX menghasilkan ukuran fragmentasi rata-rata peledakan batugamping yang lebih maksimal kurang lebih 24,6% dibanding ukuran fragmentasi rata-rata peledakan batugamping yang dihasilkan oleh bahan peledak ANFO. Hasil penelitian ini diperkuat dengan penelitian yang diperoleh oleh Putra dkk. (2015) bahwa dari ukuran fragmentasi yang dihasilkan, bahan peledak *bulk emulsion* lebih baik dari bahan peledak ANFO. dikarenakan bahan peledak *bulk emulsion* memiliki daya ledak serta kecepatan detonasi yang lebih tinggi dari bahan peledak ANFO. Hasil pemberaian batuan bahan peledak *bulk emulsion* akan baik atau merata karena energi yang dihasilkan lebih besar dari bahan peledak ANFO dalam proses peledakan (Putra dkk., 2015). Mengacu pada hal tersebut penggunaan bahan peledak DABEX lebih direkomendasikan dibandingkan dengan bahan peledak ANFO melihat pada jumlah produksi peledakan dan ukuran fragmentasi rata-rata peledakan batugamping yang dihasilkan lebih optimal untuk memenuhi target produksi dan ukuran fragmentasi batugamping hasil peledakan yang ditetapkan oleh PT. Semen Tonasa.



**Gambar 4** Grafik Distribusi Fragmentasi Hasil Peledakan Bahan Peledak ANFO dan DABEX

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan antara lain:

1. Produktivitas peledakan yang dihasilkan menggunakan bahan peledak ANFO sebesar 33.643,35 ton/hari, dan menggunakan bahan peledak DABEX sebesar 43.630,65 ton/hari.

2. Ukuran frgmentasi rata-rata yang dihasilkan menggunakan bahan peledak ANFO adalah 119,82 cm dan bahan peledak DABEX adalah 157,65 cm. Indeks keseragaman fragmentasi hasil peledakan menggunakan bahan peledak ANFO sebesar 0,36 dan bahan peledak DABEX sebesar 0,41.



## Referensi

- Adam, R., Isjudarto, A. & Muhammad, M. A. 2021. Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Pembongkaran Batugamping PT. Semen Tonasa Provinsi Sulawesi Selatan. *Mining Insight*, 2(2), pp. 1-8.
- Cunningham, C. V. B. 2005. The Kuz-Ram fragmentation model – 20 years on. *In: Holmberg, R., ed. Brighton Conference Proceedings, Brighton. European Federation of Explosives Engineers.* pp. 201-210.
- Dandy, M., Budianta, W. & Setiawan, N. I. 2015. Petrologi Dan Sifat Keteknik Breksi Dan Batupasir Di Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-8, Yogyakarta. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.* pp. 606-615.
- Fadhila, Dwinagara, B., Amri, N. A. & Rauf, A. 2022. Kajian Teknis Geometri Peledakan Untuk Memenuhi Target Fragmentasi di Lokasi Penambangan Batugamping PT. Semen Padang. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 8(1), pp. 36-44.
- Halir, A., Salu, S. P. & Dzakir, L. O. 2023. Pengaruh Geometri Peledakan terhadap Perolehan Fragmentasi Batugamping di PT. Diamond Alfa Propertindo. *Mining Science and Technology Journal*, 2(2), pp. 127-132. <https://doi.org/10.2021/minetech20journal.v2i2.487>
- Hall, R. 2002. Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: computer-based reconstructions, model and animations. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20(4), pp. 353-431. [https://doi.org/10.1016/s1367-9120\(01\)00069-4](https://doi.org/10.1016/s1367-9120(01)00069-4)
- Husein, S., Srijono & Dyah, H. 2008. Morfotektonik pembentukan karst Maros, Sulawesi Selatan. *Indonesian Scientific Karst Forum, Yogyakarta.* pp.
- Maulana, Y. C. 2011. Pengelolaan Berkelanjutan Kawasan Karst Citatah-Rajamandala. *REGION*, 3(2), pp. 1-14.
- Nilasari, G. A., Nurhakim, N., Riswan, R. & Gunawan, H. 2017. Evaluasi Geometri Berdasarkan Fragmentasi Hasil Peledakan pada Penambangan Batugamping di PT. Semen Tonasa. *Jurnal Himasapta*, 2(2), pp. 11-19. <https://doi.org/10.20527/jhs.v2i02.943>
- Noor, D. 2012. *Pengantar Geologi.* Bogor, Universitas Pakuan Press.
- Pasaribu, P. & Yulhendra, D. 2022. Evaluasi Teknis Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batugamping Di PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk, Di Desa Palimanan Barat, Kecamatan Gempol, Kabupaten Cirebon, Jawa barat. *Jurnal Bina Tambang*, 7(2), pp. 190-197. <https://doi.org/10.24036/bt.v7i2.119051>
- PT. Dahana. 2023. Dahana Bulk Emulsion Explosive (DABEX) [Online]. PT. Dahana. Available: <https://dahana.id/id/multiple-solutions-dabex-berbahan-dasar-oli-bekas> [diakses pada 02-02-2024].
- PT. Semen Tonasa 2017. Laporan tahunan PT. Semen Tonasa. Makassar, Tidak dipublikasikan.
- Putra, I. G., Toha, M. T. & Sudarmono, D. 2015. Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Menggunakan Bahan Peledak Anfo Dan Bulk Emulsion Pada Lapisan Interburden Pit 4500 Blok Selatan PT. Pamapersada – Dahana (Persero) Jobsite Melak, Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*, 3(2), pp. 1-9.
- Ramadhian, A. & Purwanto, T. H. 2017. Fusi Citra Landsat 7etm+ dan Aster G-dem untuk Identifikasi Aspek Geologi Kabupaten Soppeng Sulawesi Selatan. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(1), pp. 1-10.
- Rivai, A. & Iskandar, H. 1987. Pengkajian pembuatan bahan peledak dengan bahan baku dari dalam negeri. *Majalah BPPT*, XVIII(5), pp. 51-59.
- Rosari, A. A. & Arsyad, M. 2017. Analisis sifat fisis dan sifat mekanik batuan karst Maros. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 13(3), pp. 276-281. <https://doi.org/10.35580/jspf.v13i3.6199>
- Safaruddin, Indah, B. P. & Saputra, R. 2021. Analisa Penggunaan ANFO Sebagai Bahan Peledak untuk Mencapai Sasaran Produksi Batuan Gamping di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. *Kotamo*, 2(3), pp. 1-15.
- Salu, S. P., Juhardin & Ambarsari, I. S. 2023. Analisis Kapasitas Produksi Crushing Plant Dalam Pencapaian Target Produksi Pt Wijaya Karya Bitumen Kabupaten Buton Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Riset Teknologi Pertambangan*, 3(1), pp. 1-11.
- Sukamto, R. 1982. Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi, Skala 1:250.000. Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sukamto, R. & Supriatna, S. 1982. Peta Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, Sulawesi Skala 1:250.000. Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Supartoyo, Sulaiman, C. & Junaedi, D. 2014. Kelas Tektonik Sesar Palu Koro, Sulawesi Tengah. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 5(2), pp. 111-128. <https://doi.org/10.34126/jlbg.v5i2.68>