

DISTRIBUSI UKURAN PRODUK PEREMUKAN JAW CRUSHER MATERIAL BERBENTUK ROUNDED

SIZE DISTRIBUTION OF JAW CRUSHER CRUSHING PRODUCTS FOR ROUNDED MATERIAL

Erry Sumarjono^{1*}, Partama Misdiyanta², Fahrudinoor³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jalan Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 5281, Indonesia

*Email Corresponding: erry.sumarjono@itny.ac.id

Email: partama.misdiyanta@itny.ac.id

Email: fahrudinoor@itny.ac.id

How to cite: E. Sumarjono, P. Misdiyanta, and Fahrudinoor, "Distribusi ukuran produk peremukan jaw crusher material berbentuk rounded," *Kurvatek*, vol. 9, no. 1, pp. 95 - 100, 2024. doi: 10.33579/krvtk.v9i1.4905 [Online].

Abstrak — *Crushing* adalah satu tahapan proses peremukan material yang bertujuan untuk memperkecil ukuran material. *Jaw Crusher* merupakan salah satu alat yang digunakan untuk memperkecil ukuran material, alat tersebut biasanya digunakan untuk peremukan tahap pertama (*primary crushing*). Material yang berasal dari tambang (*Run of Mine-ROM*) diperkecil ukuran sampai ukuran yang dibutuhkan untuk dapat dimanfaatkan. Material tersebut memiliki berbagai macam bentuk, salah satu bentuk material adalah *rounded*. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur distribusi ukuran produk peremukan material yang berbentuk *rounded*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat peremuk, *Jaw Crusher*, di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, dengan menggunakan 30 sampel. Distribusi ukuran produk material berbentuk *rounded* tersebut memiliki pola yang sama untuk distribusi ukuran +4#, -4#+10#, -10#+20#, -20#+40#, -40#+60#, -60#+100#, -100#+200# dan -200#. Distribusi berat produk terbesar terdapat pada ukuran terbesar yaitu +4#. *Limiting Reduction Ratio (LRR)* berkisar antara 4-6. *Persen losses* untuk peremukan material tersebut kurang dari 10%.

Kata kunci: *Peremukan, membatasi rasio reduksi, kerugian, pemrosesan mineral, tahap awal*

Abstract — *Crushing* is one of stage material size reduction in mineral processing. *Jaw Crusher* is one of the equipment that used to reduction size material and it's generally used in primary crushing. Feed of crushing is come from mined material (*Run of Mine-ROM*) that have various shapes like very rounded, rounded, angular etc. Rounded material is one of them. The aim of this research is to calculate the size distribution and the pattern of size distribution product of crushing for rounded material. The equipment of crushing in this research was used *Jaw Crusher* in Mineral Processing Laboratory, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta which 30 samples material. The same pattern of size distribution was obtained from the +4#, -4#+10#, -10#+20#, -20#+40#, -40#+60#, -60#+100#, -100#+200# dan -200# product size distribution. The biggest amount of size distribution was obtained in 4#. *Limiting Reduction Ratio (LRR)* were distributed in range 4-6. *Losses percentage (% losses)* of material crushing were less than 10%.

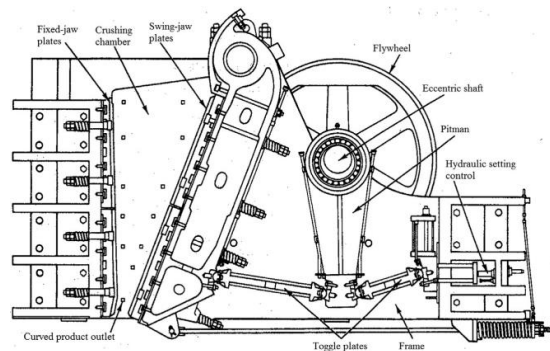
Keywords: *Crushing, limiting reduction ratio, losses, mineral processing, primary*

I. PENDAHULUAN

Proses peremukan (*crushing*) merupakan satu tahapan pengolahan bahan galian untuk mengurangi/memperkecil ukuran material. Pengecilan ukuran material tersebut menggunakan berbagai macam peralatan misalnya; *jaw crusher, gyratory crusher, roll crusher, impact crusher (crushing), ball mill, rod mill (grinding)* [1][2]. Tujuan pengecilan material tersebut adalah untuk memperoleh ukuran material yang diinginkan sesuai dengan pemanfaatannya atau dipersiapkan untuk kebutuhan ukuran material yang dibutuhkan pada proses pengolahan selanjutnya. Pengecilan ukuran material dapat melalui

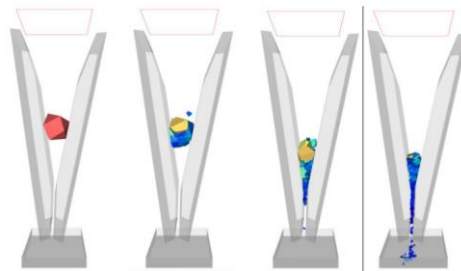
beberapa tahap untuk memperoleh ukuran material yang dibutuhkan, yang dikenal dengan *primary crushing*, *secondary crushing* dan *tertiary crushing*. *Crushing* adalah suatu proses yang menyeluruh dalam pengolahan bahan galian dengan batas preparasi *ore* untuk penyiapan proses hilir dalam pengolahan bahan galian [3], merupakan tahapan pengecilan ukuran material setelah operasi pembongkaran (alat mekanis maupun peledakan (*blasting*) [4].

Material dapat diremukkan oleh alat peremuk dengan suatu mekanisme peremukan antara pukulan (*impact*), tekanan (*pressure*) atau kombinasi antara pukulan dan tekanan [5]. Produksi hasil peremukan dengan menggunakan alat peremuk pada operasi peremukan berkisar dari kilogram/jam untuk tujuan tertentu sampai dengan ratusan ton per jam untuk pengecilan ukuran material yang dipersiapkan proses metalurgi ekstraksi [6]. Alat peremuk terdapat dalam berbagai ukuran dan kapasitas dari 0,2 ton/jam sampai dengan 50 ton/jam [7]. Salah satu alat peremuk yang digunakan untuk memperoleh ukuran material yang dapat dimanfaatkan oleh konsumen adalah *jaw crusher* [8].



Gambar 1. *Jaw Crusher* [9]

Jaw crusher adalah alat yang banyak digunakan untuk mengecilkan ukuran material pada tahap awal (*primary crushing*) pada skala industri mesin, metalurgi dan paduan [7]. Peremuk rahang adalah nama lain dari *jaw crusher*, rahang yang dimiliki alat tersebut terdiri 2 rahang yaitu *fixed jaw* dan *swing jaw* [9]. Proses peremukan material yang dilakukan dengan menggunakan *jaw crusher* merupakan suatu proses yang sederhana [5]. Material umpan (*feed*) yang akan diperkecil ukurannya dimasukkan ke dalam alat tersebut akan terjepit diantara dua rahang tersebut dan mengalami kompresi [7][10]. Material yang dapat diremukkan oleh proses dengan alat peremuk ini adalah batuan dari tingkat kekerasan *medium hard* (sedang) sampai dengan *extremely hard* (sangat keras) [11].



Gambar 2. Gerakan *Jaw Crusher* pada Proses Peremukan [12]

Kelebihan dari *jaw crusher* dibandingkan dengan alat peremuk lain adalah kemudahan dalam perawatan dan perbaikan [13][14], kapasitas besar, kesederhanaan struktur dan mekanik [14], konsumsi energi dan biaya operasional rendah [15], tetapi, kekurangan alat tersebut adalah rendahnya efisiensi penggunaan dari input energi yang dibutuhkan untuk proses meremukkan material (10% dari input energi), input energi yang digunakan banyak berubah menjadi bising dan panas [16]. Konsumsi energi selama operasi pengecilan ukuran material juga tergantung pada sifat mekanik (*uniaxial compressive strength* dan modulus elastisitas) [17]. Operasi peremukan material dilakukan untuk memperkecil ukuran material dari ukuran meter sampai ukuran yang sangat kecil (*fine crushing*)—dalam ukuran μm . Prediksi mengenai distribusi ukuran produk memerlukan penanganan secara mendalam [6] dan masih banyak yang belum dipahami mengenai karakteristik operasional *jaw crusher* [18].

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan menggunakan alat peremuk (*jaw crusher*) di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, dengan tahapan sebagai berikut :

- Kajian pustaka mengenai jurnal–jurnal, makalah ilmiah, penelitian-penelitian terdahulu dan dasar teori tentang permasalahan yang berhubungan dengan peremukan material dengan menggunakan *jaw crusher*.
- Mempersiapkan 30 sampel material batu lempung dengan bentuk *rounded*, dengan diameter 2,5 cm–2,7 cm, disesuaikan dengan lebar *gape jaw crusher*.
- Memasukkan sampel ke dalam *jaw crusher* untuk diremukkan.
- Mempersiapkan untuk *sizing* produk hasil peremukan, *hand sieve* dengan ukuran 4#, 10#, 20#, 40#, 60#, 100# dan 200#.
- Menimbang berat produk yang dihasilkan tiap ukuran ayakan.
- Menghitung distribusi berat masing-masing produk pada tiap ukuran ayakan.
- Menghitung *losses* produk peremukan *jaw crusher*.

III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

A. HASIL PENELITIAN

Tabel 1, 2 dan 3 menunjukkan distribusi ukuran produk sampel 1 s/d 30, dengan ukuran ayakan +4#, -4#+10#, -10#+20#, -20#+40#, -40#+60#, -60#+100#, -100#+200# dan -200#. Sampel 1 s/d sampel 10 memiliki berat umpan (*feed*) berkisar antara 17,38 gram-24,73 gram, persen *losses* berkisar antara 4,6328671%-9,8388953% dan faktor *losses* 0,046328671-0,98388953.

Tabel 1. Distribusi Ukuran Produk Sampel 1-Sampel 10 (gram)

Ukuran	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	Sampel 6	Sampel 7	Sampel 8	Sampel 9	Sampel 10
+ 4#	9,9	11,72	10,73	10,6	13,07	6,72	10,37	9,03	11,2	10,25
- 4# + 10#	9,55	6,87	6,2	5,47	5,97	6,09	6,35	8,52	5,14	6,53
- 10# + 20#	1,6	1,29	1,18	0,62	1,22	1,04	2,25	1,55	0,91	1,98
- 20# + 40#	1,26	1,02	0,97	0,48	1,12	0,97	1,35	1,34	0,72	1,47
- 40# + 60#	0,32	0,24	0,22	0,15	0,25	0,27	0,27	0,3	0,19	0,47
- 60# + 100#	0,12	0,17	0,2	0,1	0,12	0,19	0,26	0,27	0,12	0,35
- 100# + 200#	0,11	0,33	0,33	0,2	0,15	0,28	0,23	0,67	0,19	0,57
- 200#	0,25	0,18	0,21	0,21	0,27	0,11	0,16	0,17	0,07	0,24
Total Produk	23,11	21,82	20,04	17,83	22,17	15,67	21,24	21,85	18,54	21,86
Berat Feed	24,73	22,88	21,62	19,19	23,86	17,38	22,89	23,26	19,57	23,6
Losses	1,62	1,06	1,58	1,36	1,69	1,71	1,65	1,41	1,03	1,74
Faktor Losses	0,0655075	0,046329	0,07308	0,0708702	0,0708298	0,098389	0,072084	0,06062	0,05263	0,0737288
% Losses	6,55074808	4,6328671	7,3080481	7,08702449	7,08298407	9,8388953	7,2083879	6,061909	5,263158	7,37288136

Tabel 2. Distribusi Ukuran Produk Sampel 11-Sampel 20 (gram)

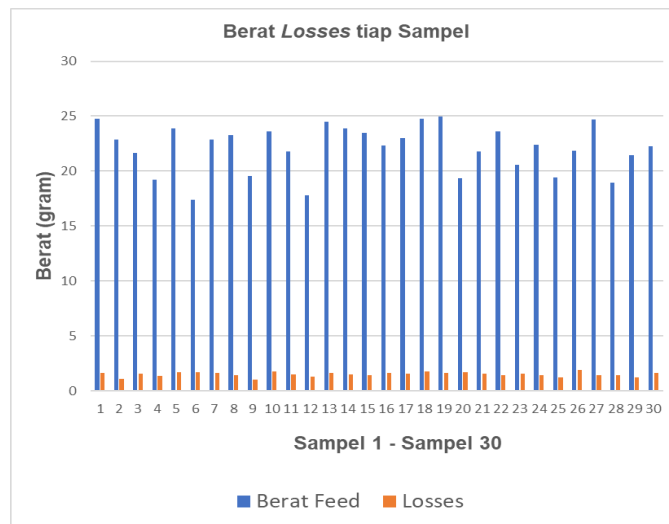
Ukuran	Sampel 11	Sampel 12	Sampel 13	Sampel 14	Sampel 15	Sampel 16	Sampel 17	Sampel 18	Sampel 19	Sampel 20
+ 4#	11,64	9,36	11,78	12,09	11,84	10,91	11,02	12,58	13,01	9,67
- 4# + 10#	5,31	3,57	5,87	5,72	4,73	5,23	4,94	6,14	5,23	4,78
- 10# + 20#	1,23	1,66	1,92	2,06	2,76	1,78	2,74	1,24	1,96	1,43
- 20# + 40#	1,17	0,93	1,64	1,63	0,97	1,22	0,98	0,97	1,16	0,96
- 40# + 60#	0,38	0,42	0,57	0,34	0,68	0,71	0,69	0,73	0,67	0,72
- 60# + 100#	0,23	0,28	0,39	0,25	0,43	0,51	0,47	0,63	0,48	0,54
- 100# + 200#	0,19	0,13	0,41	0,16	0,32	0,15	0,31	0,61	0,53	0,37
- 200#	0,17	0,14	0,27	0,09	0,29	0,18	0,26	0,07	0,27	0,18
Total Produk	20,32	16,49	22,85	22,34	22,02	20,69	21,41	22,97	23,31	17,69
Berat Feed	21,79	17,79	24,49	23,86	23,47	22,33	22,98	24,73	24,95	19,36
Losses	1,47	1,3	1,64	1,52	1,45	1,64	1,57	1,76	1,64	1,67
Faktor Losses	0,06746214	0,07307	0,0669661	0,063705	0,061781	0,073444	0,0683203	0,071169	0,065731	0,0862603
% Losses	6,74621386	7,307476	6,69661086	6,3704946	6,1780997	7,3443798	6,83202785	7,1168621	6,5731463	8,62603306

Sampel 11 s/d sampel 20 memiliki berat umpan (*feed*) berkisar antara 17,79 gram-24,73 gram, persen *losses* berkisar antara 6,1780997%-8,62603306% dan faktor *losses* 0,061780997-0,0862603306.

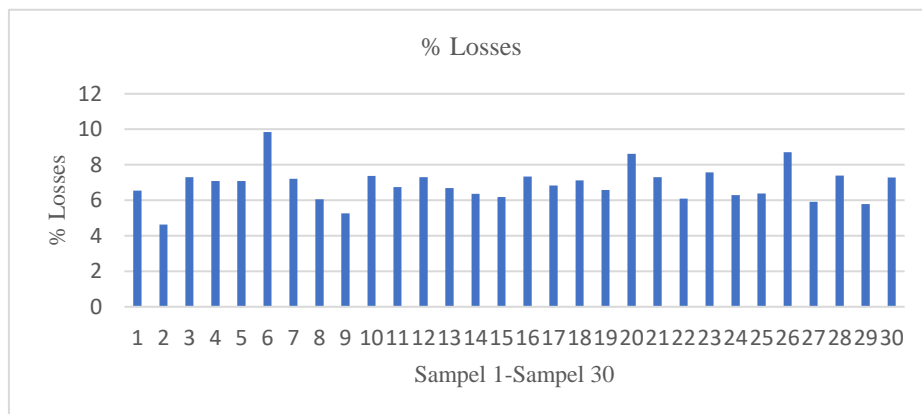
Tabel 3. Distribusi Ukuran Produk Sampel 21-30 (gram)

Ukuran	Sampel 21	Sampel 22	Sampel 23	Sampel 24	Sampel 25	Sampel 26	Sampel 27	Sampel 28	Sampel 29	Sampel 30
+ 4#	10,74	11,26	10,28	10,98	8,73	10,23	12,54	8,71	11,12	10,84
- 4# + 10#	3,68	6,17	4,56	5,35	5,41	6,31	6,58	4,18	5,39	4,91
- 10# + 20#	1,79	1,24	1,18	1,63	1,23	0,89	2,15	1,32	1,15	1,76
- 20# + 40#	1,37	1,12	1,04	1,25	0,74	0,83	1,06	0,94	0,87	0,95
- 40# + 60#	0,96	0,92	0,76	0,89	0,83	0,78	0,47	0,86	0,73	0,74
- 60# + 100#	0,78	0,73	0,52	0,47	0,64	0,51	0,26	0,72	0,56	0,53
- 100# + 200#	0,56	0,57	0,31	0,23	0,56	0,35	0,19	0,36	0,31	0,61
- 200#	0,31	0,17	0,38	0,18	0,07	0,03	0,12	0,43	0,06	0,3
Total Produk	20,19	22,18	19,03	20,98	18,21	19,93	23,25	17,52	20,19	20,64
Berat Feed	21,78	23,62	20,59	22,39	19,45	21,83	24,71	18,92	21,43	22,26
Losses	1,59	1,44	1,56	1,41	1,24	1,9	1,46	1,4	1,24	1,62
Faktor Losses	0,07300275	0,0609653	0,075765	0,062975	0,063753	0,0870362	0,0590854	0,0739958	0,057863	0,072776
% Losses	7,300275482	6,09652837	7,5764934	6,2974542	6,3753213	8,70361887	5,90853905	7,39957717	5,7862809	7,277628

Sampel 21 s/d sampel 30 memiliki berat umpan (*feed*) berkisar antara 18,92 gram-24,71 gram, persen *losses* berkisar antara 5,7862809%-8,70361887% dan faktor *losses* 0,057862809-0,0870361887.



Gambar 3. Berat *Losses* tiap Sampel



Gambar 4. Persen *Losses* tiap Sampel

Gambar 3 dan 4 di atas menunjukkan persen berat kehilangan tiap pengujian sampel 1 s/d 30. Persentase *losses* pada pengujian sampel tersebut berada di bawah 10% dari berat *feed* yang dimasukkan ke dalam *jaw crusher*.

B. Diskusi

Operasi pengecilan ukuran material (*size reduction*) dalam pengolahan bahan galian dibutuhkan untuk beberapa tujuan : pemanfaatan ukuran material tersebut untuk tujuan tertentu atau persiapan untuk operasi pengolahan berikutnya. Ketercapaian ukuran material yang diinginkan merupakan salah satu indikator keberhasilan operasi tersebut, sedangkan, mekanisme pecahnya material tergantung pada distribusi gaya yang memberikan tekanan. Material yang menjadi umpan atau *feed* berasal dari proses pembongkaran (*loosening*) baik menggunakan alat mekanis maupun dengan operasi peledakan. Fragmentasi batuan merupakan gambaran hasil pembongkaran material penambangan . Berbagai macam bentuk material hasil pembongkaran misalnya; *well rounded*, *rounded*, *sub rounded*, *angular*, *sub angular* dan *very angular*. Bentuk material sebagai umpan akan mempengaruhi gaya yang diterima pada permukaan material tersebut, sehingga gaya-gaya yang didistribusikan ke dalam material dan akan mempengaruhi mekanisme pecahnya material tersebut, dikarenakan distribusi gaya (arah)

Cara kerja *jaw crusher* dalam memperkecil ukuran material adalah dengan cara menjepit material tersebut dengan menggunakan 2 rahangnya, dimana *swing jaw* akan memberikan tekanan atau gaya terhadap *fixed jaw* pada jarak tertentu sesuai *closed setting*. Material akan terjepit diantara kedua rahang tersebut, sehingga mengalami mekanisme pecahnya material, karena tekanan dan gaya yang bekerja. Hal yang sulit dilakukan adalah memprediksi pecahnya material tentang persentase distribusi berat tiap fraksi produk. Material yang berasal dari penambangan berupa batuan, memiliki sifat dan karakteristik yang khusus. Sifat heterogenitas batuan menyebabkan batuan yang memiliki bentuk yang sama, juga akan memiliki sifat yang berbeda misalnya, adanya rekahan di dalamnya dan ikatan antar butiran yang merupakan bidang lemah pada batuan dengan bentuk yang sama juga berbeda antara satu dengan lainnya, sehingga mempengaruhi mekanisme pecahnya batuan tersebut, sehingga mempengaruhi produk akhir yang berupa fraksi-fraksi berat pada tiap ukuran produk.

Mekanisme pecahnya material oleh jepitan *swing jaw* dan *fixed jaw* merupakan suatu proses yang kompleks. Tekanan dan gaya-gaya yang dihasilkan oleh *jaw crusher* berhubungan juga dengan sifat fisik dan mekanik oleh batuan. Secara sederhana, material (dalam hal ini batuan) akan mengalami pecah, ketika kuat tekan yang dihasilkan oleh tekanan *swing jaw* batuan tersebut melebihi kuat tekan yang dimiliki oleh batuan tersebut, tetapi distribusi gaya yang terjadi pada batuan yang dijepit sehingga mengalami pecah adalah hal yang kompleks. Bentuk pecahan atau fragmentasi batuan yang terpecahkan sebagai hasil dari operasi peremukan merupakan suatu hal yang tidak dapat dikontrol oleh peralatan peremukan dan manusia.

Hasil penelitian pada tabel 1, 2 dan 3, menunjukkan distribusi berat pada fraksi-fraksi ukuran ayakan +4#, -4#+10#, -10#+20#, -20#+40#, -40#+60#, -60#+100#, -100#+200# dan -200#. Distribusi ukuran produk hasil peremukan *jaw crusher*, untuk penelitian ini memiliki distribusi berat terbesar untuk ukuran ayakan +4#. Ukuran ayakan 4# adalah ukuran ayakan terbesar dalam penelitian ini, sehingga produk yang dihasilkan pada proses peremukan ini masih berada pada ukuran yang terbesar dari distribusi ukuran produk. Proses peremukan dengan memasukkan umpan ke dalam *jaw crusher* menghasilkan produk sebanyak 30 sampel memiliki faktor kehilangan kurang dari 10% dari berat *feed* yang dimasukkan dan faktor *losses* dibawah 0,1.

IV. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan untuk menghitung distribusi berat produk hasil peremukan *jaw crusher* untuk material berbentuk *rounded* kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian pada tabel 1, 2 dan 3, menunjukkan distribusi berat pada fraksi-fraksi ukuran ayakan +4#, -4#+10#, -10#+20#, -20#+40#, -40#+60#, -60#+100#, -100#+200# dan -200#. Distribusi ukuran produk hasil peremukan *jaw crusher*, untuk penelitian ini memiliki distribusi berat terbesar untuk ukuran ayakan +4#.
2. Ukuran ayakan 4# adalah ukuran ayakan terbesar dalam penelitian ini, sehingga produk yang dihasilkan pada proses peremukan ini masih berada pada ukuran yang terbesar dari distribusi ukuran produk.
3. Proses peremukan dengan memasukkan umpan ke dalam *jaw crusher* menghasilkan produk sebanyak 30 sampel memiliki faktor kehilangan kurang dari 10% dari berat *feed* yang dimasukkan dan faktor *losses* dibawah 0,1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai melalui dana penelitian dari Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY). Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian, Pengabdian Masyarakat dan Inovasi (LPPMI), Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Drzymala, *Mineral Processing, Foundation of Theory and Practice of Minerallurgy*, 1st English Edition, Wroclaw University of Technology, pp. 122-123, 2007.
- [2] B. A. Wills and T. J. Napier-Munn, "Will's mineral processing technology, an introduction to the practical aspect of ore treatment and recovery," 7th Edition, Elsevier Science & Technology Books, pp. 120-121, 2006.
- [3] B. M. Olaleye, "Influence of some rock strength properties on jaw crusher performance in granite quarry," *Mining Science and Technology*, Elsevier Publishing, pp.204-208, 2010.
- [4] C. Okechukwu, "Design and operation challenges of a single toggle jaw crusher : a review," *Nigerian Journal of Technology (NIJOTEC)*, pp. 814-821, 2017.
- [5] B. B. V. L. Deepak, "Optimum design an analysis of (the) swinging jaw plate of a single toggle jaw crusher," Tesis, Department of Mechanical Engineering, National Institute Rourkela, pp. 2-3, 2010.
- [6] L. G. Austin and O. Trass, *Size Reduction of Solids Crushing And Grinding Equipment, Handbook Of Powder Science And Technology*, Chapman and Hall, New York, pp. 586-587, 1997.
- [7] G. Kirankumar, "Optimization of Jaw Crusher, Advance Research and Innovations in Mechanical," Material Science, *Industrial Engineering and Management-ICCARMMEIEM-2014*, pp. 238-239, 2014.
- [8] S. J. Hong and H. J. Yang, "A study on the impact load qualification of the jaw crusher," *Journal of Drive and Control*, Vol.16, No.2, pp. 1-7, 2019.
- [9] J. O. Olawale and S. A. Ibitoye, *Failure Analysis of a Crusher Jaw, Handbook of Material Failure*, Elsevier Publishing, pp. 187-188, 2018.
- [10] C. Nahas and Y. Rumbiano, "Analisis pengaruh perubahan *closed site setting* (css) terhadap distribusi ukuran produk pada unit crushing plant P.T. ABC," *Jurnal Ilmiah Teknologi*, FST Undana, Vol.15, No.1, Edisi Mei 2021.
- [11] F. M. Oduori, S. M. Mutuali and D. M. Munyasi, "Analysis of the single toggle jaw crusher kinematic," *Journal of Engineering Design and Technology*, pp.2-6, 2019.
- [12] Jr. S. Boggs, *Petrology of Sedimentary Rocks*, Second Edition, Cambridge University Press, pp. 41-42, 2009.
- [13] I. I. Beloglazov and D. A. Ikoninnikov, "Computer simulation methods for crushing process in an jaw crusher," *VII International Scientific Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering*, IOP Publishing, p. 1-2, 2016.
- [14] L. Zhong and K. Chen., "Study on Digital Platform for Jaw Crusher Design," *International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering*, IEEE, 2010.
- [15] I. I. Beloglazov, "Automation experimental studies of grinding process in jaw crusher using DEM simulation," *International Conference 'Complex Equipment of Quality Control Laboratories*, IOP Conf. Series Journal of Physics, IOP Publishing, p.1, 2018.
- [16] D. Legendre and Zevenhoven, "Assesing the Energy Efficiency of a Jaw Crusher," *Article in Press*, Elsevier, pp.1-2, 2014.
- [17] A. Refahi, J. Mohandesi, and R. B. Aghazadeh, "Comparison between bond crushing energy and fracture energy of rocks in a jaw crusher using numerical simulation," *The Journal of Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, pp. 709-710, 2009.
- [18] S. R. S. Sastri, "Capacities and performance characteristic of jaw crusher, mineral and metallurgical processing," *Society for Mining Metallurgy and Eksplorasi*, SME, pp.78-80, 1984.



©2024. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).