

ESTIMASI DAMPAK PROSES REDUKSI CONE CRUSHER TERHADAP FRAGMENTASI BATUAN DI CV. TAPIAN NAULI MALAU

Ridho Duno Putra Zebua¹, Sedarta Sebayang², Yunita K. Tambunan³

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede
Jl. DR. TD. Pardede No. 8, Medan 20153, Sumatera Utara, Indonesia

ridhozebuga9@gmail.com¹, sedarta.sebayang@gmail.com², yunitatambunan51@gmail.com³

ABSTRAK

Agregat konstruksi umumnya berupa batuan hasil proses penambangan. Batuan mengalami proses pengecilan ukuran dengan menggunakan alat penghancur batu yang disebut crusher. Proses pengecilannya dilakukan secara bertahap, mulai dari penghancuran primer, penghancuran tambahan (penghancuran sekunder), dan penghancuran akhir (penghancuran tersier). Tahap akhir penghancuran biasanya dilakukan dengan menggunakan cone crusher karena hanya memperkecil ukuran tanpa menghancurkan (Fuerstenau dkk, 2009). Penelitian ini dilakukan di CV. Tapian Nauli Malau, Dusun Tappe-Tappe, Desa Simpang Bage, Kecamatan Pamatang Silimahuta, Kabupaten Simalungun. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apa saja karakteristik produk keluaran peremukan tersier (cone crusher), apa sirkularitas dan aspek rasionya, serta apa dampak proses tersebut terhadap ukuran butir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik produk keluaran peremukan tersier (cone-crusher), rasio aspek, sirkularitas dan dampak proses terhadap ukuran butir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis komparatif. Hasil penelitian didapatkan rata-rata ukuran fragmen keluaran cone crusher adalah 3,62 cm. Namun pada primer 19,00 cm, sekunder 8,30 cm, dan input cone crusher 6,00 cm. Bentuk pecahan keluaran cone crusher adalah bersudut (1,46), dengan kebulatan rendah (0,60). Namun output primernya adalah 1,48 dan output keduanya adalah 1,47. Rasio reduksi cone crusher adalah 1,5. Namun rasio reduksi untuk penghancuran primer adalah 4 dan untuk penghancuran sekunder adalah 2. Dampak proses terhadap ukuran butiran pada keluaran cone crusher yang mengandalkan scouring adalah tidak mengubah bentuk pecahan, tetap saja bersudut, termasuk derajat kebulatannya.

Kata Kunci: Fragmentasi; Bentuk bundar; Rasio Aspek; Andesit

ABSTRACT

Construction aggregates are generally rocks resulting from the mining process. Rock undergoes a size reduction process using rock crushing equipment called a crusher. The process of reducing its size is carried out in stages, starting from primary crushing, additional crushing (secondary crushing) and final crushing (tertiary crushing). The final stage of crushing is usually carried out using a cone crusher because it only reduces the size without crushing (Fuerstenau et al, 2009). This research was conducted at CV. Tapian Nauli Malau, Dusun Tappe-Tappe, Simpang Bage Village, Pamatang Silimahuta District, Simalungun Regency. The formulation of the problem in this research is what are the characteristics of the output product of tertiary crushing (cone crusher), what is its circularity and aspect ratio, and what is the impact of the process on grain size. The purpose of this study was to determine the characteristics of the tertiary crushing (cone-crusher) output product, aspect ratio, circularity and the impact of the process on grain size. The method used in this research is comparative analysis. The results of the study found that the average fragment size of the output cone crusher was 3.62 cm. But in the primary 19.00

cm, secondary 8.30 cm, and input cone crusher 6.00 cm. The shape of the cone crusher output fragment is angular (1.46), with low roundness (0.60). However, the primary output is 1.48 and the secondary is 1.47. The reduction ratio of cone crusher is 1.5. However, the reduction ratio for primary crushing is 4 and for secondary crushing is 2. The impact of the process on grain size at the output of a cone crusher that relies on scouring is that it does not change the shape of the fragments, they remain angular, including the degree of roundness.

Keywords: Fragmentation; Circularity; Aspect Ratio; Andesite

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan agregat konstruksi dalam bentuk, ukuran dan distribusi yang tertentu didiskusikan pada beberapa sumber berupa jurnal dan karya tulis lainnya. Variasi distribusi ukuran terutama pada proporsi agregat berukuran kasar dilaporkan dapat menghasilkan beton dengan karakteristik keruntuhan yang berbeda (Siregar, 2017). Bentuk dari agregatnya ditemukan mempengaruhi kuat tekan dari kongkret yang dihasilkan terutama perilaku dari adukannya (Molugaram et al., 2014).

Pada sisi lainnya, agregat konstruksi umumnya adalah batuan hasil dari proses penambangan. Batuan menjalani proses pengurangan ukuran menggunakan peralatan peremuk batu yang disebut *crusher*. Proses pengurangan ukurannya dilakukan secara bertahap, mulai dari peremukan

utama (*primary crushing*), peremukan tambahan (*secondary crushing*) dan peremukan tahap akhir (*tertiary crushing*). Peremukan tahap akhir biasanya dilakukan menggunakan *cone crusher* karena sifatnya hanya memperkecil ukuran tanpa melakukan peremukan (Fuerstenau et al., 2009). Penelitian ini ditujukan untuk mempelajari pengaruh dari proses peremukan *cone crusher* terhadap bentuk fragmen yang dihasilkan terkait penelitian pengaruh peremukan dan jenis batuan terhadap bentuk agregat seperti yang dilaporkan oleh (Kamani et al., 2019). Walau bagaimanapun juga, perbedaan metode pemerosesan batuan menjadi agregat konstruksi dapat berdampak terhadap jumlah tailing yang dihasilkan yang mengarah kepada perbaikan efisiensi sumberdaya mineral.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk mendapatkan agregat batuan dalam berbagai ukuran mungkin dapat dilakukan dengan banyak cara; misalnya melalui peledakan, penggalian, atau ripping. Tiap metode itu menghasilkan ukuran dengan karakteristik tertentu. Penggalian dengan excavator, misalnya, fragmentasinya mungkin akan lebih banyak berbentuk persegi karena lebih mengandalkan sayatan.

Khusus untuk tujuan mendapatkan fragmen dengan ukuran tertentu proses pengancuran batuan menggunakan mesin-mesin dengan prinsip tertentu umum dilakukan. *Jaw crusher*, misalnya mengandalkan metode tekan untuk mengatasi kuat tekan; *gyratory crusher* mengandalkan gerusan untuk mengatasi kuat tarik; sementara *hammer mill* yang menggunakan metode bentur memaksa batuan tunduk kepada tekanan dan tarikan sehingga hancur menjadi fragmen berbagai ukuran. Walaupun demikian, metode bentur hanya sesuai untuk batuan yang getas.

Pada instalasi mesin-mesin peremuk batuan untuk agregat konstruksi, kombinasi metode tekan dan gerus adalah yang paling umum diterapkan. Metode tekan diaplikasikan pada tahap utama atau tahap kedua; sesuai dengan ukuran dari produk akhir yang diinginkan. Metode gerus biasanya diterapkan hanya untuk penyeimbang, tujuannya mengatasi produk *oversize* pengahancuran pertama atau kedua yang relatif bervariasi dalam jumlah. Jumlah dari produk *oversize* tersebut dipengaruhi tidak saja oleh *nip-angle jaw crusher* tetapi juga variasi dari ukuran umpannya. Ketika *swing jaw* membuka, fragmen yang ukurannya > *close-setting* yang diterapkan; akan jatuh melalui *discharge*. Bila ukuran dari fragmen seperti ini lebih besar dari ukuran yang ditetapkan, ia akan digerus oleh *cone crusher*. Dilapangan, bentuk fragmen yang dihasilkan oleh primary, secondary, dan cone crusher adalah berbentuk sama. Padahal metode pengecilan ukuran primary dan secondary berbeda dengan cone crusher, dan bentuk dari fragmen hasil dari cone crusher seharusnya

berbeda dari bentuk fragmen primary dan secondary.

Ketika metode gerus mengabrasi permukaan fragmen berarti agregat yang dihasilkan cenderung lebih membuldar; padahal agregat konstruksi yang angular dilaporkan lebih baik dibanding yang bundar. Sehubungan dengan uraian tersebut pertanyaan dari penelitian adalah:

1. Bagaimana karakteristik dari produk output *tertiary crushing* (cone-crusher)?
2. Bagaimana *circularity* dan *aspect ratio*-nya?
3. Apa dampak dari proses terhadap ukuran butir?

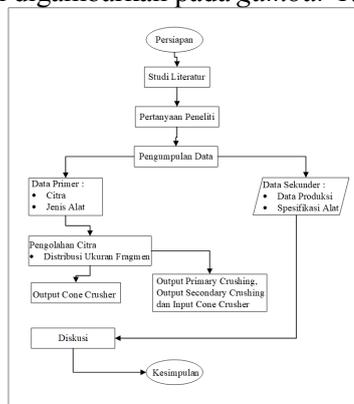
1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dari fragmen output cone crusher. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik dari produk output *tertiary crushing* (cone crusher).
2. Mengetahui *circularity* dan *aspect ratio*-nya.

1. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *comparative analysis*. *Comparative analysis* adalah teknik yang digunakan dengan cara membandingkan tidak saja citra tetapi juga fragmentasi hasil analisisnya. Alur pikir terkait penelitian digambarkan pada *gambar 1*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Metode Pengambilan Sampel Dan Data

Untuk dapat mengetahui perilaku masa batuan didalam proses peremukannya maka fragmen yang keluar dari *dischar* tiap tahapan proses diambil sebagai sampel dan fragmen sampel di foto dengan kamera dan citranya di olah dengan

3. Mengetahui dampak dari proses terhadap ukuran butir.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mengantisipasi permasalahan yang akan dibahas tidak terlalu luas, maka diperlukan batasan masalah, antara lain :

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada proses reduksi *cone crusher* terhadap fragmentasi batuan. Tetapi dilakukan juga pengambilan sampel pada *primary crushing* dan *secondary crushing* untuk melihat seberapa besar kedua mesin penghancur itu berkontribusi.
2. Pengambilan data sampel batuan hanya pada tahapan proses *output primary crushing*, *output secondary crushing*, *input cone crusher* dan *output cone crusher*.
3. Pada pengolahan data sampel, peneliti hanya menggunakan *software image processing* untuk menentukan distribusi ukuran fragmen

teknologi pengolahan citra (*image-processing*) ukuran - ukuran dari tiap fragmen. Pada sisi lainnya, jumlah dari fragmen batuan yang berada pada tiap alur atau tahapan proses diukur volumenya dengan menggunakan ember 10 liter. Berikut adalah prosedur dari pengambilan photo dan pengukuran volume fragmen tiap tahapan proses:

a. Prosedur Pengambilan Sampel

Dibutuhkan 70 sampel data dari proses pengolahan. Pembagian dari 70 sampel data yaitu output jaw primer dan output jaw sekunder masing-masing 5 data sampel, input cone crusher dan output cone crusher masing-masing 30 data sampel. Untuk mendapatkan data tersebut, dilakukan

penampungan batu dari setiap mesin peremuk dengan menggunakan ember berukuran 10 liter. Kegiatan menampung batu pecah ini dilakukan sebanyak 70 data. Setelah selesai menampung, maka batu disebar di atas papan berlatar warna putih. Selanjutnya diteruskan dengan pengambilan photo sampel, banyaknya pengambilan photo sampel sebanyak 70 data.



Gambar 2. Pengambilan Sampel

- b. Prosedur Penentuan Ukuran Fragmen Tiap Proses
Setelah mendapatkan photo sampel, maka tahap selanjutnya adalah menganalisis ukuran fragmen setiap photo sampel menggunakan teknologi pengolahan citra (image-processing).

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pengolahan dan analisa data pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

Distribusi Ukuran Fragmen

Distribusi ukuran fragmen adalah ukuran yang menunjukkan tiap bongkah batuan hasil pengolahan *stone crusher* pada tabell.

Tabel 1. Distribusi Ukuran Fragmen

Parameter	Feret (cm)				F-min (cm)			
	Primary	Secondary	Cone-In	Cone-Out	Primary	Secondary	Cone-In	Con-Out
Average	19,00	8,30	6,00	3,62	12,89	5,59	4,09	2,51
Std. Dev.	3,00	2,08	1,38	1,24	2,57	1,20	0,86	0,94
Skewness	-0,40	1,09	1,18	1,01	-0,26	0,66	1,23	0,78
Kurtosis	-0,30	1,73	1,88	1,05	-0,80	0,85	2,74	0,15
Min	11,74	4,39	2,06	1,38	7,83	3,28	1,24	0,82
Max	25,40	16,37	11,79	9,69	17,04	9,80	8,23	6,47
Range	13,66	11,98	9,73	8,31	9,21	6,52	6,99	5,65
F-80	21,40	9,90	6,90	4,70	15,25	6,50	4,65	3,35
F-20	16,50	6,40	4,80	2,50	10,60	4,45	3,40	1,70

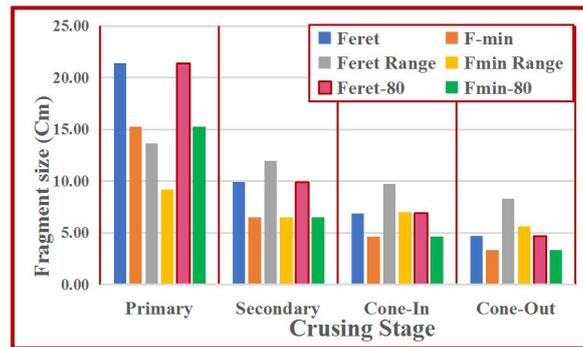
Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa rata-rata ukuran butir berbeda antara satu tahap ke tahap berikutnya. Diameter feret, primary 19,00, secondary 8,30, cone-in 6,00 dan cone-out 3,62. Dan untuk feret minimum, yang primary 12,89, secondary 5,59, cone-in 4,09 dan cone-out 2,51. Hal ini disebabkan karena setiap tahapan pengolahan memiliki setingan ukuran lubang bukaan yang berbeda-beda.

Nilai standar deviasi di setiap tahap pengolahan di tunjukkan pada diameter feret bahwa primary 3,00, secondary 2,08, cone-in 1,38 dan cone-out 1,24. Begitu juga dengan diameter feret minimum, primary 2,57, secondary 1,20, cone-in 0,86, dan cone-out 0,94. Dimana nilai rata-rata lebih besar dibandingkan nilai standar deviasi antara satu tahap ke tahap berikutnya. Semakin kecil standar deviasi maka semakin serupa dengan nilai rata-rata ukuran butir.

Skewness menunjukkan tingkat ketidakseimbangan dalam distribusi atau penyebaran data. Skewness yang bernilai positif menandakan bahwa batuan yang pecah banyak berukuran besar. Skewness yang bernilai negatif, menandakan bahwa batuan yg pecah itu ada yg berukuran atau beberapa diantaranya ukurannya kecil (relatif jauh lebih kecil dibanding nilai rata-ratanya).

Nilai Kurtosis pada setiap tahap pengolahannya, baik itu diameter feret maupun diameter feret minimum memperlihatkan kepuncakan suatu kurva. Semakin besar nilai kurtosis maka bentukan kurva yang dihasilkan akan semakin meruncing dan begitu juga sebaliknya.

Perbandingan ukuran rata-rata setiap tahapan proses dari primary, secondary ke tertiary (cone-in maupun cone-out) ternyata lebih kecil. Dapat dilihat pada *Gambar 3*.



Gambar 3. Grafik Batang Ukuran Fragmen Setiap Tahap Penghancuran

Rasio Reduksi

Rasio reduksi bertujuan untuk mengetahui kemampuan unit pemecah dalam mereduksi batuan, dengan menghitung ukuran umpan dan hasil produk. Nilai rasio reduksi dapat di lihat pada *tabel 2*.

Tabel 2. Rasio Reduksi

Parameter	Primary	Secondary	Cone Crusher
Rasio Reduksi	4	2,5	1,5

Variasi Bentuk Butir

Bentuk ukuran butir dari setiap fragmentasi batuan dapat dilihat pada *tabel 5-3*.

Tabel 3. Nilai Circularity dan Aspect Ratio dari agregat masing-masing tahap penghancuran

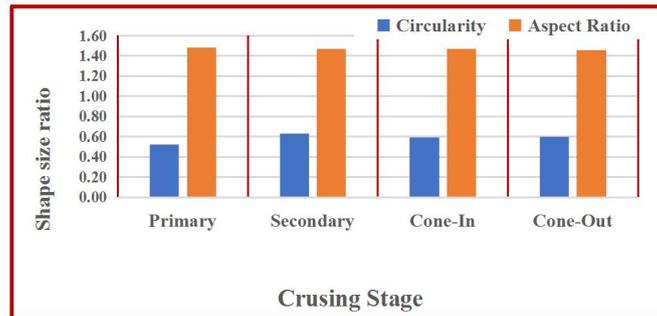
Parameter	Circularity				Aspect Ratio			
	Primary	Secondary	Cone-In	Cone-Out	Primary	Secondary	Cone-In	Cone-Out
Average	0,52	0,63	0,59	0,60	1,48	1,47	1,47	1,46
Std. Dev.	0,10	0,08	0,10	0,12	0,28	0,33	0,34	0,39
Skewness	-0,20	-0,84	-0,43	-0,97	0,66	1,44	1,63	6,75
Kurtosis	-0,58	1,56	0,15	1,65	-0,42	3,95	4,11	113,75

Berdasarkan tabel di atas, circularity rata-rata dari cone-in 0,59, dan cone-out 0,60 menunjukkan bahwa bentuk agregat adalah angular. Dapat di jelaskan bahwa circularity, semakin tajam permukaannya maka semakin kecil ukuran circularity-nya. Jadi, agregat yang lepas tetap mempertahankan agregat mineralnya itu sendiri.

Aspect ratio rata-rata dari cone-in 1,47 dan cone-out 1,46 maknanya tidak ada perubahan bentuk. Begitu juga bila dilihat dari primary 1,48 dan secondary 1,47, ternyata tidak berubah. Oleh karenanya, dapat disimpulkan bahwa pada tahap ini semua proses bentuk agregatnya tidak berubah. Di sisi lain, agregat-agregat hasil pengolahan itu ternyata bersifat lebih memanjang karena ukuran panjangnya lebih besar dari ukuran lebarnya.

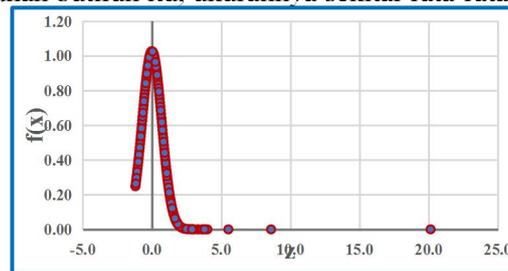
Nilai Skewness pada aspect ratio dari setiap tahapan proses mulai dari primary, secondary, cone-in, dan cone-out menunjukkan bahwa semakin tinggi tahapan pengolahan maka ukuran fragmen yang dihasilkan lebih terpusat (semakin mengumpul dalam sebuah angka). Dari semua ukuran aspect ratio (skewness) yang positif menyatakan bahwa agregat itu kuat. Begitu juga sebaliknya jika ukuran skewnessnya negatif maka dapat dipastikan agregatnya ada yang lepas.

Ketinggian grafik dari aspect ratio setiap tahapannya hampir sama. Artinya, fragmen mulai dari primary, secondary maupun tertiary (Cone-in dan cone-out) tidak ada berubah bentuknya (Panjang). Dalam penjelasan di atas, dapat di lihat pada *Gambar 4*.



Gambar 4. Grafik Batang Circularity dan Aspect Ratio

Pada tabel 5-3, nilai kurtosis pada aspect ratio : cone-out **113,75** menandakan skewnessnya bernilai positif, bahwa hampir keseluruhan butiran itu, ukurannya sekitar rata-rata. Lihat pada Gambar 5.

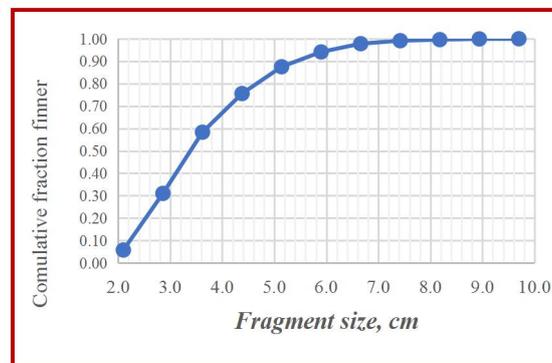


Gambar 5. Grafik

Gambar 5-3 menunjukkan bahwa butiran yang kecil-kecil maknanya ada satu butiran yang berbeda sekali sifatnya sehingga butirannya besar sendiri. Jika diperhatikan dari keseluruhan, semua pecahan itu lebih terpusat dirata-ratanya.

Comulative Fraction Finner

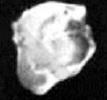
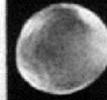
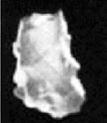
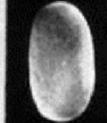
Kumpulan pecahan yang fungsinya kontinu, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Distribusi Kontinu

Gambar 6, dapat dijelaskan bahwa kumpulan fragmen hasil crushing yang kurang dari 3 cm adalah 32%, ukuran fragmen kurang dari 5 cm

adalah 85% dan ukuran fragmen di bawah 4 cm adalah 68%

Roundness class	Very Angular	Angular	Sub Angular	Sub Rounded	Rounded	Well Rounded
High sphericity						
low sphericity						
Roundness indices	0.12-0.17	0.17-0.25	0.25-0.35	0.35-0.49	0.49-0.70	0.70-1.0

(Sumber : Maroof, M. A., Mahboubi, A., Noorzad, A., & Safi, Y. 2019)

Gambar Klasifikasi Bentuk

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisa data, diketahui bahwa fragmen input dan output dari cone-crusher masing-masing memiliki aspect ratio = 1,47 dan 1,46. Berdasarkan nilai itu, baik fragmen input maupun fragmen output dari cone-crusher dikategorikan *Angular* (lihat Tabel 4.3). Berdasarkan bentuk dari permukaan fragmennya (circularity), fragmen input = 0,59; sementara fragmen output = 0,60 dikategorikan *Low sphericity*

Hal ini menyatakan bahwa *cone-crusher* yang prinsip reduksinya mengandalkan gerusan; tidak menyebabkan fragmen berubah dalam bentuk. Andesit yang digerus oleh *cone-crusher*, tidak menyebabkan bentuk dari fragmennya berubah, tetap angular termasuk derajat kebularannya.

Berdasarkan analisa data, dapat diketahui bahwa fragmen produk dari *Primary-crushing*; *secondary crushing*; dan *tertiary crushing* relatif tidak menyebabkan perubahan dalam *aspect ratio*

KESIMPULAN

1. Rata-rata ukuran fragmen dari *output cone crusher* adalah 3,62 cm. Tetapi pada *primary* 19,00 cm, *secondary* 8,30 cm, dan *input cone crusher* 6,00 cm.
2. Bentuk dari fragmen *output cone crusher* adalah *angular* (1,46), dengan kebulatan rendah (0,60). Namun untuk *output primary* adalah 1,48 dan *secondary* adalah 1,47.

Dari kesimpulan diatas, saran yang diharapkan dapat menjadi masukan perusahaan :

1. Rasio reduksi *tertiary crushing* yang masih jauh lebih rendah dari kapasitas mesinnya,

yaitu *cone-out* 1,46; *cone -in* 1,47; *primary* 1,48; *secondary* 1,47 dan circularity yaitu *Cone-out* 0,60; *cone -in* 0,59; *primary* 0,52; *secondary* 0,63. Untuk keseluruhan proses pereduksian, bentuk dari fragmen adalah *angular* dengan kebulatan rendah (*low sphericity*).

Uraian ini mengungkap bahwa tahapan pengolahan yang paling berperan di dalam mengurangi ukuran dan mengubah bentuk adalah *Primary Crushing* dan *Secondary crushing*. Sedangkan peran cone crusher hanya 1,5%.

Di Analisa data, kumpulan pecahan berbentuk grafik distribusi kontinu. Ini akan terjadi hanya pada material, yang materialnya alamiah. Dari data yang diperoleh, membuktikan bahwa yang mengendalikan distribusi adalah alamiah, bukan mesin. Sesuai dengan *gambar 5-4*, ukuran fragmen paling besar yang diharapkan pada produk adalah 5 cm sekitar 85% sehingga yang ditangani cone crusher hanya sekitar 15%. Selebihnya sudah sesuai dengan ukurannya.

3. Rasio reduksi *cone crusher* adalah 1,5. Namun rasio reduksi *primary crushing* adalah 4 dan *secondary crushing* adalah 2.
4. Dampak dari proses terhadap ukuran butir pada output cone crusher yang mengandalkan gerusan adalah tidak menyebabkan bentuk dari fragmennya berubah, tetap angular termasuk derajat kebularannya.

SARAN

maka proses *secondary crushing* kemungkinan dapat dihilangkan, oleh karenanya perlu di teliti lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ferreira, T., & Rasband, W. (2019). ImageJ User Guide-IJ1. 46r. 2012. URL:<https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/diabetes> (visited on 04/18/2022).
- Fuerstenau, M.C., & Han, K. N. (Eds.). (2003). Principles of mineral processing. SME.
- Kamani, M., & Ajalloeian, R. (2020). The effect of rock crusher and rock type on the aggregate shape. *Construction and Building Materials*, 230, 117016.
- Maroof, M. A., Mahboubi, A., Noorzad, A., & Safi, Y. (2019). Article title: A new approach to particle shape classification of granular materials.
- Merkus, H. G. (2009). Particle size measurements: fundamentals, practice, quality (Vol.17). Springer Science & Business Media.
- Siregar, A. P. N., Rafiq, M. I., & Mulheron, M. (2017). Experimental investigation of the effects of aggregate size distribution on the fracture behaviour of high strength concrete. *Construction and Building Materials*, 150, 252-259.
- Viilo, K. (2011). *Crushing and Screening handbook*. Metso. Vaylaviraston tutkimuksia, 15, 2019.
- Wahyudi Wijayanto, S. P. (2022). *Geografi: Mengenal Batuan*. Cv Media Edukasi Creative.
- Wills, B. A., & Finch, J. (2015). *Wills' mineral processing technology: an introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery*. Butterworth-heinemann.
- Winter, J. D. (2013). *Principles of igneous and metamorphic petrology*. Pearson Education