

Kinerja Unit *Crushing Plant* Dalam Pengolahan Batu Andesit Di PT Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim, Sumatera

(Performance of The Crushing Plant Unit In Andesit Rock Processing In PT Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim, South Sumatera)

M. D. Amdi^{1*}, Mukiat², Y. B. Ningsih³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya

* Korespondensi E-mail: meutiadianiamdi@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya pembangunan di kota Palembang beberapa tahun belakangan, membuat kebutuhan material konstruksi juga meningkat. Adanya andesit di daerah Tanjung Enim, seharusnya bisa menjadi pemasok batu split untuk daerah Palembang. Agar beton yang dihasilkan memiliki kualitas baik, ukuran batu split harus mengacu pada standar industri Indonesia. Untuk memenuhi standar tersebut, batu andesit hasil penambangan perlu diolah dan mengalami proses reduksi ukuran kemudian dianalisis agar memenuhi standar. Ukuran produk hasil pengolahan berkorelasi dengan kinerja unit *crushing plant*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas *crushing plant* dalam mengelola batu andesit. Penelitian dilakukan dengan mengamati kinerja unit *crushing plant* serta dilakukan analisis uji ayakan untuk mendapatkan nilai modulus kehalusan. Kemudian membandingkan nilai modulus kehalusan yang diperoleh dengan standar Indonesia yang berkisar antara 6-7,10. Dari hasil penelitian diketahui produktivitas aktual unit *crushing plant* sebesar 142,1685 ton/jam dengan nilai ketersediaan alat kurang dari 64%. Berdasarkan uji analisis ayakan, didapatkan nilai modulus kehalusan sebesar 7,66 dan belum memenuhi standar industri Indonesia. Hasil dari pemecahan sangat beragam sehingga pada pengolahan batu andesit diperlukan unit *secondary crusher*.

Kata kunci: *Crushing plant, andesit, uji analisis ayakan.*

Abstract

The increasing development in Palembang city in recent years has made the need for construction materials also increase. The existence of andesite in the Tanjung Enim area should have been able to supply split stone for the Palembang area. In order for the resulting concrete to have good quality, the size of the split stone must refer to the Indonesian industry standard. To meet these standards, andesite from mining needs to be processed and undergo a size reduction process then analyzed to meet the standard. The size of the processed product correlates with the performance of the crushing plant unit. This study aims to analyze the productivity of the crushing plant in managing andesite stone. The research was conducted by observing the performance of the crushing plant unit and analyzing the sieve test to obtain the modulus of fineness. Then compare the modulus of fineness obtained with the Indonesian standard, which ranges from 6-7.10. From the research results, it is known that the actual productivity of the crushing plant unit is 142.1685 tons / hour with a tool availability value of less than 64%. Based on the sieve analysis test, it was found that the modulus of fineness was 7.66 and it did not meet the Indonesian industry standard. The results of the splitting are very diverse, so that in processing andesite stones a secondary crusher unit is required.

Keywords: *Crushing plant, andesite, sieve analysis test.*

1. Pendahuluan

Meningkatnya pembangunan di kota Palembang beberapa tahun belakangan membuat kebutuhan material konstruksi juga meningkat. Material konstruksi yang dibutuhkan salah satunya ialah split. Batu split digunakan sebagai campuran beton dengan proporsi terbesar dibandingkan semen dan pasir. Agar dihasilkan beton yang berkualitas, maka diperlukan ukuran batu split yang baik sebagai campuran beton.

Keterdapatannya andesit di daerah Tanjung Enim dapat menjadi potensi sebagai pemasok batu split bagi daerah Palembang mengingat pasokan selama ini biasanya didatangkan dari luar Sumatera Selatan. Karena pembangunan yang pesat, dibutuhkan pula pasokan batu split yang lebih banyak untuk daerah Palembang.

Agar beton yang dihasilkan memiliki kualitas baik, ukuran batu split harus mengacu pada standar industri Indonesia 0052-80 dan juga Standar Nasional Indonesia (SNI) S-04-1989-F.

Untuk memenuhi standar tersebut, batu split proses reduksi ukuran. Produk pengolahan harus dianalisis agar memenuhi standar tersebut.

Umumnya tahapan pekerjaan yang ada pada unit *crushing plant* dimulai dari *hopper* dan akan masuk tahapan pemilahan ukuran dengan menggunakan *grizzly feeder*. Setelahnya, material akan masuk pada tahap penghancuran pertama menggunakan *jaw crusher*. Kemudian, material akan masuk pada tahap penghancuran kedua dan material akan disimpan di gudang batu sekaligus memasuki tahapan penggerusan oleh *cone crusher*.

Produk akan dimuat dan diangkut oleh *belt conveyor* menuju *vibrating screen* (Putra, 2018). Berdasarkan tahapan tersebut, unit *crushing plant* biasanya memerlukan lebih dari satu alat peremukan sehingga produk pengolahan batu andesit lebih seragam dan spesifik sesuai dengan permintaan. Adanya unit peremukan lanjutan membuat produk batu andesit menjadi lebih kecil.

Proses penghancuran batuan ini harus dilakukan dengan bertahap, dikarenakan keterbatasan alat yang digunakan untuk menghancurkan batuan berukuran besar hingga menjadi berukuran kecil sesuai permintaan (Nugraha, 2018). Penentuan karakteristik batu

hasil penambangan perlu diolah dan mengalami andesit yang dapat digunakan untuk material konstruksi, perlu dilakukan pengujian baik secara fisik maupun mekanik sehingga kualitasnya memenuhi persyaratan mutu standar Indonesia yang ditetapkan (Karim, 2019).

Gradasi atau besar butir agregat merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam membuat campuran beton, karena ukuran butir agregat (gradasi) yang baik akan menjadikan beton memiliki kepadatan yang tinggi dan porositas rendah (Purwati, 2014).

Batu andesit sebagai bahan bangunan dengan menggunakan analisis petrografi serta sifat keteknikan yang dimiliki batu andesit di daerah penelitian. Berdasarkan analisis tersebut, didapatkan rekomendasi dalam pemanfaatan batu andesit di daerah penelitian menurut SNI 03-0394-1989 (Ridwan, 2018) (Karim, 2019)..

Untuk mendapatkan kualitas batu andesit hasil pengolahan, perlu dilakukan pengujian agregat kasar dapat dilakukan dengan pengujian analisis ayakan. Dari uji ini akan didapatkan nilai modulus kehalusan batuan hasil pengolahan (Moniaga, 2018) (Besouw, 2019). Tujuan penelitian ini untuk menganalisis produktivitas *crushing plant* dalam mengelolah batu andesit sesuai dengan permintaan dan peruntukannya.

2. Metode

Lokasi penelitian (Gambar 1) ini berada di daerah Tanjung Enim, tepatnya di PT Bukit Asam, Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim, Sumatera Selatan pada bulan Maret 2020 sampai bulan April 2020. Saat ini unit pertambangan Tanjung Enim (UPT) memiliki 3 *site* utama yakni Tambang Air Laya, lokasi dilakukannya penelitian ini, kemudian Muara Tiga Besar dan Banko Barat.

Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur dengan mencari serta mempelajari bahan pustaka yang diperoleh dari instansi terkait, buku, serta jurnal penelitian sebelumnya yang berhubungan. Tahapan selanjutnya yakni orientasi lapangan dengan mengamati keadaan yang sebenarnya di lapangan sehingga didapatkan gambaran dalam pengambilan data. Melalui tahapan ini juga diketahui aktivitas pengolahan batu andesit pada unit *crushing plant* di PT Bukit Asam, Tbk. Kemudian dilakukan pengambilan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data-data tersebut terdiri dari:

1. Data primer

Data primer ialah data yang dikumpulkan dan didapat melalui pengamatan langsung. Data ini terdiri dari:

- a. Pengukuran kecepatan *belt conveyor*
Pengukuran dilakukan dengan cara menghitung banyaknya putaran *pulley* pada *belt conveyor* dalam satu menit.

- b. Pengukuran *troughing angle* dan *surchage angle* pada *belt conveyor*
Pengukurannya dilakukan dengan menggunakan aplikasi *angle inclination* pada *smartphone*, dengan menempelkan salah satu sisi *smartphone* pada *idler* dan material andesit. Besar sudut tersebut akan terbaca pada layar *handphone*.
- c. Pengukuran panjang *idler* tengah dan panjang *idler* sayap hingga batas pengisian material dilakukan menggunakan meteran.
- d. Pengukuran kemiringan *belt conveyor*
Pengukurannya dilakukan dengan menggunakan aplikasi *angle inclination* melalui batuan *smartphone* dengan menempelkan salah satu sisi *handphone* pada rangka besi *belt conveyor*.
- e. Ukuran *feed* dan produk di unit *crushing plant*
Ukuran *feed* dan produk didapatkan dengan mengukur panjang, tebal serta lebar pada 33 sampel yang diambil secara acak.
- f. Berat sampel hasil uji analisis ayakan Uji ayakan ini hanya dilakukan pada batu andesit yang berukuran 0-20 mm. Proses pengujian dimulai dengan menimbang berat batu andesit terlebih dahulu. Setelah itu, siapkan satu set ayakan yang

berurutan mulai dari pan di bagian terbawah, hingga 0,15 mm, 0,30 mm, 0,85mm, 1,18 mm, 2,36 mm, 4,75 mm, 9,5 mm, 12,5 mm, 19 mm, 25 mm dan 38 mm ke atas. Kemudian letakkan sampel pada

ayakan teratas dan tutup. Lakukan proses ayakan selama kurang lebih 15 menit. Kemudian timbang batu andesit yang tertinggal pada tiap-tiap ukuran ayakan.



Gambar 1. Lokasi penelitian

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber terpercaya dan menjadi data pelengkap. Data ini meliputi:

- a. Spesifikasi alat pengolahan di unit *crushing plant*
Spesifikasi alat dibutuhkan pada pengolahan data dalam perhitungan produktivitas aktual unit *crushing plant*.
- b. Jam operasi *crusher* bulan Maret
Jam operasi ini diperlukan untuk menghitung produktivitas aktual unit *crushing plant* selama bulan Maret. Jam operasi ini juga digunakan untuk menilai ketersediaan alat pada unit tersebut.
- c. Jumlah *feed* yang masuk bulan Maret
Jumlah *feed* yang masuk diperlukan dalam menghitung *material balance* hasil pengolahan.

Setelah data primer dan sekunder didapatkan, maka dilakukan pengolahan data. Pengolahan data merupakan tahapan perubahan data-data yang diambil, kemudian disusun berdasarkan

urutan, dihitung, dan dianalisis sebagai masukan. Tahapan pengolahan data yang dilakukan yakni:

Pertama, dilakukan perhitungan produktivitas aktual dari *crushing plant*. Perhitungan produktivitas unit *crushing plant* dapat dilakukan dengan menghitung kapasitas produksi dari *belt conveyor*. Komponen yang diperlukan dalam perhitungan produktivitas *belt conveyor* diantaranya kecepatan *belt conveyor*, luas penampang *belt*, kemiringan *belt* serta densitas batu andesit. Perhitungan kecepatan *belt conveyor* dapat menggunakan persamaan 1 berikut (Cahya, 2018):

$$V = r \times n_2 \times 0,10472 \quad (1)$$

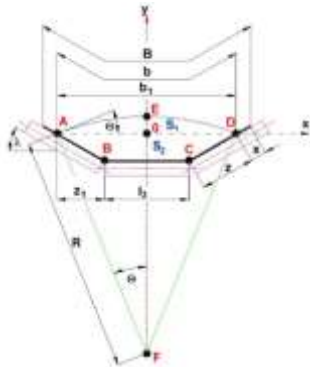
Keterangan:

V= kecepatan *belt conveyor* (m/s)

r = jari-jari *pulley* (m)

n2 = kecepatan *pulley* (rpm)

Untuk menghitung luas penampang *belt* yang memiliki tiga buah *idler*, dapat digunakan skema (Gambar 2) berikut:



Gambar 2. Cross-section through troughed conveyor (Hrabovsky, 2011)

Berdasarkan skema di atas, beberapa variabel digunakan dalam menghitung luas penampang *belt conveyor* dan didapatkan persamaan 2 berikut (Hrabovsky, 2011):

$$S = \frac{1}{2} \left(\frac{z_1 \cdot z_2 \cdot \cos \lambda + l_3}{2 \cdot \sin \theta} \right)^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot \theta}{180} - \sin 2 \cdot \theta \right) + z_1 \cdot \sin \lambda \cdot (l_3 + z_2 \cdot \cos \lambda) \quad (2)$$

Keterangan:

- S = luas penampang *belt conveyor* (m²)
- Z = panjang *idler* sayap hingga batas pengisian material (m)
- l₃ = panjang *idler* tengah (m)
- λ = *troughing angle* (°)
- θ = *surcharge angle* (°)

Kemiringan *belt conveyor* dibutuhkan untuk menentukan faktor koreksi inklinasi. Faktor ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Tabel faktor koreksi untuk *inclined or falling transport* (Putri, 2018)

$\varphi(^{\circ})$	k
2	1
4	0,99
6	0,98
8	0,97
10	0,95
12	0,93
14	0,91
16	0,89
18	0,85
20	0,81
22	0,76

Keterangan: φ = kemiringan *belt conveyor* (°); k = faktor koreksi inklinasi

Untuk menghitung kapasitas produksi dari *belt conveyor* dapat digunakan pers. (3) berikut [10]:

$$Q = S \times v \times \gamma \times k \times 3600 \quad (3)$$

Keterangan:

- Q = kapasitas produksi *belt conveyor* (ton/jam)
- S = luas penampang *belt conveyor* (m²)
- v = kecepatan *belt* (m/s)
- γ = *bulk density* (ton/m³)
- k = faktor koreksi *inklinasi*

Tahapan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai ketersediaan alat. Nilai kesediaan ini akan menunjukkan kinerja alat mekanis. Ketersediaan alat juga mempengaruhi produktivitas *crusher* dipengaruhi jam kerja. Nilai ketersediaan alat terdiri dari:

1. Ketersediaan Mekanis (MA)

Perhitungan ketersediaan mekanis dinyatakan dengan pers. (4):

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100 \% \quad (4)$$

2. Ketersediaan Fisik (PA)

Perhitungan ketersediaan fisik dinyatakan dengan pers. (5):

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100 \% \quad (5)$$

3. Ketersediaan Penggunaan (UA)

Perhitungan ketersediaan penggunaan dinyatakan dengan pers. (6):

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100 \% \quad (6)$$

4. Penggunaan Efektif (EU)

Perhitungan penggunaan efektif dinyatakan dengan pers. (7):

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100 \% \quad (7)$$

Keterangan:

- W = waktu kerja (*working hours*) (Jam)
- R = waktu perbaikan (*repair hours*) (Jam)
- S = waktu menunggu (*standby hours*) (Jam)

Kategori penilaian terhadap ketersediaan alat mekanis, dibagi menjadi 4 yaitu, baik sekali antara 83-92%, sedang berkisar 75-83%, kurang baik antara 64-75% sedangkan buruk apabila kurang dari 64% (Susanto, 2019).

Dalam menentukan kualitas batu andesit di PT Bukit Asam Tbk. perlu diketahui *reduction ratio*. Semakin besar nilai *reduction ratio* maka semakin beragam dan semakin besar hasil pengolahan. Perhitungan nilai *reduction ratio*

dapat menggunakan pers. (8) berikut (Ramadani, 2017):

$$Reduction\ ratio = \frac{Ukuran\ rata-rata\ feed}{Ukuran\ rata-rata\ produk} \quad (8)$$

Setelah itu lakukan analisis neraca bahan (*material balance*). Analisis neraca bahan digunakan untuk menghitung persentase *losses* pengolahan yang menyatakan baik atau buruk hasil pengolahan pada unit *crushing plant*. Perhitungan *material balance* dapat menggunakan pers. (9) berikut:

$$F = P + L \quad (9)$$

Keterangan:

F = bobot umpan (ton/jam atau %)

P = produk yang dihasilkan (ton/jam atau %)

L = banyaknya material yang hilang (ton/jam atau %)

Agar diketahui kualitas batu andesit hasil pengolahan di PT Bukit Asam, Tbk. memenuhi standar sebagai bahan baku campuran beton atau tidak, dilakukanlah uji analisis ayakan. Setelah uji ayakan, dilakukan perhitungan nilai modulus kehalusan. Nilai modulus kehalusan (Mh) didapatkan dengan menjumlahkan berat kumulatif sampel yang tertinggal pada tiap-tiap ayakan, kemudian menggunakan pers. (10) berikut:

$$Mh = \frac{\text{persen berat kumulatif tertinggal} - 100}{100} \quad (10)$$

Nilai modulus kehalusan yang didapatkan dari uji ayakan harus kembali dianalisis dan dibandingkan dengan ketetapan modulus kehalusan yang sesuai SNI yang berkisar antara 6-7,10.

Untuk memenuhi kualitas mutu baku beton, agregat kasar yang diuji melalui uji ayakan harus menunjukkan gradasi yang sesuai dengan standar pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Gradasi agregat kasar

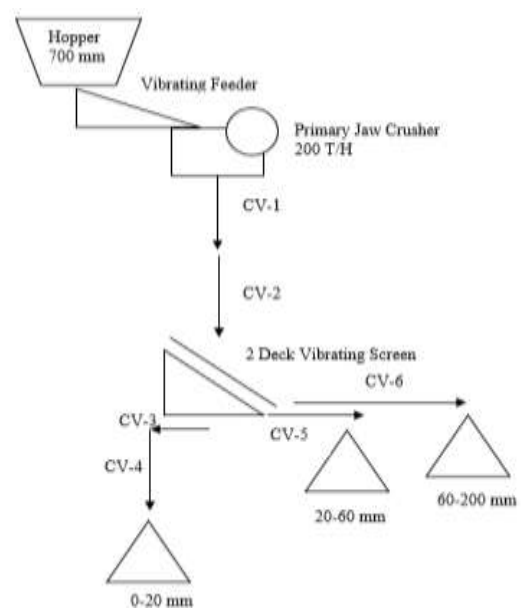
Ukuran Saringan				% Lolos Saringan / ayakan		
Aayakan				Ukuran	Ukuran	Ukuran
mm	SNI	ASTM	Inchi	Maks. 10 mm	Maks. 20 mm	Maks. 40 mm
75,0	76	3 in	3,00			100-100
37,5	38	1 ½ in	1,50		100-100	95-100
19,0	19	¾ in	0,75	100-100	95-100	35-70
9,5	9,6	3/8 in	0,3750	50-85	30-60	10-40
4,75	4,8	No.4	0,1870	0-10	0-10	0-5

Keterangan: mm (milimeter); SNI (standar nasional Indonesia); ASTM (*American standard testing material*)

3. Hasil dan Pembahasan

Penambangan batu andesit dilakukan dengan metode penambangan *quarry*, dengan terlebih dahulu melakukan pemberaian batu andesit secara mekanis dengan menggunakan metode peledakan.

Proses pengolahan batu andesit di PT Bukit Asam Tbk. pada unit *crushing plant* dimulai ketika *dump truck* yang membawa material dari *quarry* menumpahkan bawannya ke dalam penampungan sementara. Material yang siap diolah akan diumpahkan *feeder* ke dalam *jaw crusher* untuk dilakukan proses penghancuran. Proses penghancuran yang dilakukan oleh *jaw crusher* merupakan proses reduksi ukuran *boulder* batu andesit hasil peledakan yang berukuran 700 mm, menjadi beberapa ukuran yang dibutuhkan oleh PT Bukit Asam, Tbk. Proses ini dilakukan menyerupai pabrik atau *crushing plant* (Gambar 3).



Gambar 3. Alur pengolahan batu andesit PT Bukit Asam, Tbk.

Berdasarkan alur di atas, terdapat beberapa komponen pada *crushing plant* yang berkerja secara berkesinambungan. Komponen unit *crushing plant* PT Bukit Asam, Tbk sebagai berikut:

1. *Hopper*

Material yang siap untuk diolah berada di dalam *hopper*. Agar diketahui kapasitas dari *hopper* di unit *crushing plant* andesit PT Bukit Asam, Tbk. dilakukan pengukuran langsung dimensi dari *hopper* tersebut. Berikut tabel 3 di bawah ini yang menunjukkan dimensi *hopper*. Kapasitas *hopper* yang ada pada unit *crushing plant* sebesar 32,665 m³. Agar kapasitas *hopper* tersebut terpenuhi, dibutuhkan 8 kali ritase *dump truck* yang memiliki kapasitas 4 m³.

Tabel 3. Data ukuran dimensi *hopper*

Dimensi <i>Hopper</i>	
Panjang Atas (m)	6,20 m
Lebar Atas (m)	5,04 m
Panjang Bawah (m)	1,17 m
Lebar Bawah (m)	2,70 m
Ketinggian (h) (m)	2,21 m
Luas Atas (m ²)	31,248 m ²
Luas Bawah (m ²)	3,159 m ²

2. *Vibrating feeder*

Feeder akan memberikan pengumpanan pada *jaw crusher* secara teratur dan juga terus menerus. Dalam proses pengumpanannya, *vibrating feeder* akan bergetar dan membuat material dari *hopper*

Produktivitas aktual unit *crushing plant* perlu diketahui agar produksi yang ditargetkan oleh perusahaan sebesar 200 ton/jam tercapai atau tidak. Produktivitas unit *crushing plant* dapat diketahui dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan kapasitas produksi dari *belt conveyor*. Dalam perhitungannya,

jatuh dan masuk secara teratur ke dalam *jaw crusher*.

3. *Jaw Crusher*

Batuan akan dikenakan gaya tekan oleh *jaw crusher* yang akan mengakibatkan batuan dapat hancur dan terpecah. Pemecahan menggunakan *jaw crusher* tidaklah seragam. *Jaw crusher* yang ada di unit *crushing plant* ini, menjadi alat utama dalam melakukan proses peremukan.

4. *Belt Conveyor*

Belt conveyor yang ada pada unit *crushing plant* di PT Bukit Asam, Tbk terdiri dari 6 buah unit instalasi *conveyor*. *Belt conveyor* 1 akan menyalurkan batu andesit langsung dari *jaw crusher* menuju transfer *belt conveyor* 2 yang mengarah ke *vibrating screen*. Pada *vibrating screen* batu andesit akan terpisah sesuai fraksi yang telah diatur. Batu andesit yang berukuran 0-20 mm, akan menuju *stockpile* batu 20 melalui *belt conveyor* 3 dan melalui transfer *belt conveyor* 4 terlebih dahulu. Batu andesit yang berukuran 20-60 mm, akan dibawa menuju *stockpile* batu 60 melalui *belt conveyor* 5. Sedangkan batu andesit yang berukuran 60-200 mm, akan disalurkan oleh *belt conveyor* 6 menuju *stockpile* batu 200.

5. *Vibrating Screen*

Ketika umpan masuk ke dalam *vibrating screen*, alat tersebut akan bergetar dan mengakibatkan material yang dapat lolos dari ayakan pertama akan jatuh menuju ayakan kedua, dan tahapan tersebut berlanjut sampai ayakan terakhir.

dibutuhkan kecepatan *belt conveyor*, luas penampang *belt conveyor*, kemiringan *belt conveyor*, serta densitas material yang diangkut dengan rekapitulasi nilai kecepatan masing-masing *belt conveyor* ditunjukkan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi kecepatan *belt conveyor*

Unit <i>Belt Conveyor</i>	v (m/s)	A (m ²)	Produktivitas <i>Belt Conveyor</i> (Ton/Jam)
CV-1	1,676829	0,012	147,3991
CV-2	1,724738	0,010	146,0267
CV-3	1,658765	0,001	18,2631
CV-4	1,708769	0,001	17,8585
CV-5	1,658765	0,002	27,0768
CV-6	1,639915	0,007	97,2332

Kapasitas produksi unit *crushing plant* berasal dari unit *belt conveyor* CV-4, CV-5 dan CV-6, sehingga didapatkan produksi aktual unit *crushing plant* sebesar 142,1685 ton/jam. Tidak tercapainya target produksi yang dibuat perusahaan dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya kemampuan alat tersebut. Kemampuan alat dapat diketahui dengan melakukan perhitungan nilai ketersediaan alat.

Pada bulan Maret, waktu kerja yang tersedia di unit *crushing plant* adalah 341 jam/bulan. Akan tetapi, pekerjaan produksi hanya dilakukan selama 98,5 jam. Waktu *standby* alat selama 105,5 jam dan perbaikan selama 137 jam. Nilai ketersediaan alat di unit *crushing plant* ditunjukkan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Nilai ketersediaan alat

Ketersediaan Alat	MA	PA	UA	EU
Nilai	41,83	59,82	48,2	28,89
	%	%	8 %	%

Nilai ketersediaan alat menunjukkan angka < 64 %, sehingga kinerja alat pada unit *crushing plant* dikatakan buruk. Nilai ketersediaan yang kecil menyebabkan kecilnya kemungkinan untuk dapat mencapai produksi yang ditargetkan. Nilai ketersediaan alat yang buruk, dapat diketahui bahwa produksi aktual unit *crushing plant* sebesar 134,9132 ton/jam merupakan produksi maksimal unit ini.

Pada bulan Maret, unit *crushing plant* hanya bekerja selama 98,5 jam dengan efisiensi kerja sebesar 28,89 %. Maka, produktivitas aktual unit *crushing plant* untuk bulan Maret adalah 13.288,99 ton/bulan. Ukuran produk yang dihasilkan dari proses pengolahan berhubungan dengan nilai *reduction ratio* pada *crusher*. *Jaw crusher* diatur agar mampu menerima umpan maksimum 700 mm dan diharapkan dapat menghasilkan ukuran produk sebesar ± 200 mm. Nilai *reduction ratio* teoretis alat *jaw crusher* sebesar 3,5. Sedangkan berdasarkan pengukuran, didapatkan ukuran umpan yang masuk sebesar 51,25 cm dan hasil reduksi sebesar 8,87 cm.

Nilai *reduction ratio* aktual sebesar 4,137. Nilai *reduction ratio* aktual yang lebih besar daripada nilai *reduction ratio* teoritis menunjukkan bahwa produk pengolahan sangat beragam dan memiliki butir gradasi yang besar. Jumlah umpan yang masuk pada unit *crushing plant* untuk bulan Maret sebanyak 147,125 ton/jam dengan produk yang dihasilkan sebesar 142,1685 ton/jam. Nilai *looses* sebanyak 5,9565 ton/jam dan persentase *looses material* dan persentase produk sebesar 95,98%. Nilai *losses* material sebanyak 5,9565 ton/jam terjadi pada beberapa tahapan pengolahan.

Kehilangan material terjadi pada tahapan pemindahan material dari satu unit ke unit lainnya. Berdasarkan tabel 6, dapat diketahui kehilangan material hasil pengolahan dari tiap-tiap proses pengolahan. Umpan yang masuk sebanyak 147,125 ton/jam mengalami reduksi

ukuran di dalam *jaw crusher*. Material yang di transportasikan *belt conveyor* 1 sebanyak 147,3991 ton/jam, sehingga pada tahapan *crushing* terjadi kehilangan material sebanyak 0,7259 ton/jam. Kehilangan ini berupa debu, kondisi di sekitar *jaw crusher* sering tertutup debu. Selain itu, kehilangan ini terjadi pada disekitar *jaw crusher* dan *belt-conveyor*.

Pada *belt conveyor* 1 dan *belt conveyor* 2 juga terjadi *losses* sebesar 1,3724 ton/jam. *Losses* ini terjadi akibat posisi penempatan *belt conveyor* yang kurang tepat menyebabkan material terkadang jatuh tidak tepat diatas *belt conveyor* 2. Sehingga material dari *belt conveyor* 1 ke *belt conveyor* 2 hanya tertransportasi sebesar 146,0267 ton/jam.

Pada tahapan *sizing*, kehilangan material cukup besar. Material batu andesit berukuran 60-200 mm merupakan material terbanyak, sehingga material ini sering terlempar keluar. Kehilangan pada tahapan ini sebanyak 3,4537 ton/jam. Selain itu, *losses* terjadi pada proses transfer material dari *belt conveyor* 3 ke *belt conveyor* 4.

Material yang didistribusikan pada tahapan berukuran kecil, sehingga *losses* yang terjadi berupa debu. Kehilangan material pada tahapan ini sebanyak 0,04045 ton/jam. Dari hasil perhitungan neraca bahan di atas, persentase produk cukup besar, yakni > 90%. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja unit *crushing plant* yang baik dalam melakukan proses reduksi ukuran dan menghasilkan produk pengolahan yang memungkinkan untuk dapat dipasarkan.

Sampel yang dipakai pada uji analisis ayakan merupakan sampel yang berasal dari batu andesit hasil pengolahan yang berukuran 0-20 mm. Berat sampel awal yang digunakan ialah 2.800 gram dan meninggalkan 2.794,2 gram sampel setelahnya. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi *losses* selama proses pengayakan berlangsung sebanyak 55,8 gram.

Berdasarkan hasil uji ayakan, didapatkan berat batu andesit yang tertinggal pada tiap-tiap ukuran ayakan (Tabel 6).

Tabel 6. Analisis data uji ayakan

Ukuran Ayakan (mm)	Batu yang Tertinggal			Berat Lolos	% Lolos
	gram	%	Persen Kumulatif	Kumulatif (%)	SNI
38,10		0,00	0,00	100,00	100-100
25,40	0,0	0,00	0,00	100,00	-
19,00	43,7	1,56	1,56	98,44	95-100
12,70	2.108,6	75,46	77,03	22,97	-
9,50	413,2	14,79	91,82	8,18	30-60
4,75	203,3	7,28	99,09	0,91	0-10
2,36	7,8	0,28	99,37	0,63	-
1,18	0,0	0,00	99,37	0,63	-
0,85	0,0	0,00	99,37	0,63	-
0,30	0,0	0,00	99,37	0,63	-
0,15	2,3	0,08	99,45	0,55	-
0,00 (Pan)	15,3	0,55	100,00	0,00	-
Total	2.794,2	100	866,43	333,57	-

Pada ayakan berukuran 9,50 mm, persentase berat lolos kumulatif sebesar 8,18 % belum memenuhi persen lolos sesuai dengan standar nasional Indonesia yakni 30-60 % dari berat sampel. Hal ini disebabkan 22,97% berat sampel tertahan pada ayakan ini, sehingga untuk memenuhi persyaratan persentase yang ditetapkan, diperlukan batu andesit yang berukuran lebih kecil dari ukuran ayakan 9,50 mm.

Jumlah keseluruhan persen kumulatif berat sampel batu andesit yang tertinggal adalah 866,43% dengan nilai modulus kehalusan sebesar 7,66. Nilai ini menunjukkan belum terpenuhinya modulus kehalusan yang sesuai standar nasional Indonesia maupun standar industri Indonesia yang bersyarat dalam rentang 6-7,10. Untuk memenuhi persyaratan tersebut, maka diperlukan material yang memiliki gradasi yang lebih kecil dari sampel yang diayak. Diperlukan juga tahapan pengolahan lanjutan menggunakan *secondary crusher* agar batu andesit hasil pengolahan lebih seragam.

4. Kesimpulan

Pengolahan batu andesit di PT Bukit Asam, Tbk menghasilkan 3 produk ukuran yakni batu 200, batu 60 dan batu 20 atau split. Nilai modulus kehalusan memiliki nilai 7,66 sehingga perlu adanya tahapan pengolahan lanjutan agar hasil pengolahan lebih seragam sesuai dengan SNI.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Ir. Mukiat, M.S. yang sudah memberikan ide serta gagasan untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Besouw, G. V., Manoppo, M. R. E. dan Palenewen, S. C. N., (2019). Pengaruh Modulus Kehalusan Agregat terhadap Penentuan Kadar Aspal pada Campuran Jenis AC-WC, *Jurnal Sipil Statik*, 7(4): 483-489.
- Cahaya, R. N., Hasjim, M. dan Ningsih Y.B., (2020). Kajian Kinerja Unit Crushing Plant Batu Andesit PT Sumber Gunung Maju, *Jurnal Pertambangan*, 4(1): 28-30.
- Hrabovsky, L., (2011). *Cross-Sectional Area of The Belt Conveyor with A Three-Idler Set, VI (III)*, 63-67.
- Karim, R. dan Suriadi, S., (2019). Kajian Karakteristik Batuan Beku Andesit sebagai Bahan Bangunan di Daerah Sulamadaha Kecamatan Ternate Barat Kota Ternate, *Dintek*, 12 (2), 3-8.
- Moniaga, F., (2018). Evaluasi Penggunaan Material Agregat Kasar Parameter Dia 10-20 mm dan 5-10 mm pada Campuran Beton Lapangan dengan Specified Characteristic Strength. *Jurnal Realtech*. 14(1). 92-95.
- Nugraha, S., Widayati, S. dan Yuliadi, (2018). Upaya Peningkatan Produksi (Split) Batu Andesit dengan Metode Perubahan CSS (Closed Side Setting) pada Crushing Plant di

- PT Panghear Mitra Abadi Desa Lagadar, Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat, *Prosiding Teknik Pertambangan*, Bandung: Fakultas Teknik.
- Purwati, A, As'ad, S. dan Sunarmasto, (2014). Pengaruh Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 2(2): 58-63.
- Putra, R.S., Pulungan, L. dan Muchsin, A.M., (2018). Evaluasi Kinerja Unit Alat Peremuk (Crusher) Batuan Andesit di PT Sinar Mandiri Mitrasedjati, Desa Rengasjajar, Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat, *Prosiding Teknik Pertambangan*, Bandung: Fakultas Teknik.
- Putri, F. E. dan Abdullah, R., (2018). Kajian Teknis Produktivitas dan Efisiensi dalam Pengiriman *Limestone & Silicestone* ke *Storage* Indarung pada PT Semen Padang Sumatera Barat, *Jurnal Bina Tambang*, 3(3): 1080-1088.
- Ramadani, B., Komar, S. dan Ningsih, Y. B. (2017). Evaluasi Kinerja Unit Crushing Plant pada Tambang Andesit untuk Mencapai Target Produksi 800 ton/bulan pada Bulan Mei 2016 di PT Ansar Terang Crushindo Kabupaten Limapuluh Kota Sumatra Barat. *Jurnal Pertambangan*. 1(3).
- Ridwan, P., Arfiansyah, K., Kusumah, P. A., Amrullah, F., dan Gani, R. M. G., (2018). Identifikasi Karakteristik dan Kualitas Andesit sebagai bahan bangunan daerah batujajar, Kecamatan Batujajar Timur, Kabupaten Bandung Barat. *Padjajaran Geoscience Journal*, 2(3), 194-199.
- Susanto, D. P. R., (2019). *Kajian Teknis Produktivitas Unit Peremukan Batu Andesit di PT Gawi Maju Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah*. Skripsi, Teknik Pertambangan: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.