

EVALUASI KINERJA *CRUSHING PLANT* PT HULU BATU PERKASA, MOJOKERTO, LAMPUNG TENGAH

Harys Irvan Airlangga^a, Irvani, dan Guskarnali

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB, Balunijuk, Merawang, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^{a)} email korespondensi: harysirvanairlangga33@gmail.com

ABSTRAK

PT Hulu Batu Perkasa adalah perusahaan tambang batu andesit di Desa Mojokerto, Lampung Tengah. Target produksi sebesar 4.000 m³/bulan tidak tercapai dimana realisasi Desember 2022 hanya sebesar 3.266 m³. Penelitian ini mengevaluasi kinerja *crushing plant* SC-01 dalam peremukan batu andesit dan memberikan alternatif perbaikan agar target produksi dapat tercapai. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan data primer berupa; 10 sampel material tiap conveyor, 30 data kecepatan conveyor, 30 data *cycle time* pengumpanan, 90 data geometri peledakan, 9 foto material peledakan, dan waktu hambatan kerja selama 30 hari. Data sekunder berupa; spesifikasi alat, jam kerja, dan target produksi. Pengolahan data dengan perhitungan efektivitas alat, efisiensi kerja, total produksi, *loose material*, serta fragmentasi dan volume peledakan. Hasil diketahui bahwa efektivitas alat sudah baik dengan nilai >75%, efisiensi kerja dikategorikan buruk karena <64%, total produksi Januari 2023 sebesar 1.748,86 m³ atau 43,72 % dari target, *loose material* masih dalam batas toleransi yaitu ≤5%, fragmentasi peledakan ≤500 mm telah memenuhi target yaitu ≥75%, serta kebutuhan material umpan tercukupi dengan hasil peledakan Januari 2023 sebesar 4.570,73 LCM. Dari hasil tersebut diketahui faktor utama penyebab target tidak tercapai adalah buruknya efisiensi kerja akibat tingginya waktu hambatan. Usaha perbaikan dilakukan dengan membuat simulasi perhitungan dari 3 alternatif yang berbeda. Alternatif yang direkomendasikan adalah alternatif ke-3 yaitu penambahan 1 unit *bunker* sekunder dan 1 unit *bunker* tersier dengan hasil perhitungan diperoleh total produksi sebesar 5.566,78 m³/bulan atau 139,17% dari target yang ditetapkan.

Kata kunci: *Bunker, crushing plant, fragmentasi, kinerja, produksi.*

PENDAHULUAN

Pengolahan bahan galian (*mineral processing*) adalah proses pemisahan mineral berharga dari mineral pengotornya dengan memanfaatkan perbedaan sifat fisik dari mineral tanpa mengubah identitas kimia pada produknya. Pengolahan bahan galian terbagi 4 tahapan yaitu *comminution* (pengecilan), *sizing* (penyeragaman ukuran), *concentration* (peningkatan kadar) dan *dewatering* atau pengurangan kadar air (Tobing, 2002).

Peremukan batuan (*crushing*) adalah tahapan untuk mereduksi bongkahan material dari tambang agar memperoleh ukuran butir tertentu melalui alat peremuk dan pengayakan. Peremukan batuan umumnya dilakukan melalui 3 tahap yaitu *primary crushing*, *secondary crushing* dan *fine crushing* (Currie, 1973).

Penelitian ini dilakukan di perusahaan tambang batu andesit PT Hulu Batu Perkasa (PT HBP) Desa Mojokerto, Lampung Tengah. Penambangan dilakukan dengan sistem tambang terbuka menggunakan metode *quarry*. Produk akhir yang dihasilkan berupa *split* 2-3 (-30+20 mm), *split* 1-2 (-20+10 mm), *split* 1-1 (-10+5 mm), abu batu (-5 mm), dan sirdam. Terdapat permasalahan target produksi *crushing plant* tidak tercapai, dimana target yang ditetapkan sebesar 4.000 m³/bulan, sedangkan realisasi Desember 2022 sebesar 3.266 m³ atau 81,65% dari target sehingga diperlukan evaluasi kinerja *crushing plant* dan solusi perbaikan agar target produksi dapat terealisasi.

Efektivitas Alat

Nilai efektivitas alat diketahui dari perbandingan antara kapasitas teoritis dan aktual pada suatu alat.

Kapasitas teoritis didapatkan dari perhitungan berdasarkan spesifikasi alat, sedangkan kapasitas aktual dilihat dari kapasitas aktual belt conveyor yang mengangkut *input/output* material dari alat tersebut. Nilai efektivitas dinyatakan dalam persen, dimana semakin tinggi persentasenya menunjukkan semakin baik penggunaan alat tersebut. Jika efektivitas suatu peralatan terlalu rendah menandakan alat tersebut masih dapat diberikan tambahan beban (Partanto (1995).

$$\text{Efektivitas Alat} = \frac{\text{Kapasitas aktual}}{\text{Kapasitas teoritis}} \times 100\% \quad (1)$$

Efisiensi kerja

Efisiensi kerja merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja terhadap waktu tersedia yang dinyatakan dalam persen (%). Efisiensi kerja dikatakan baik apabila >83%, dikatakan sedang apabila berkisar antara 75-82%, dikatakan kurang apabila berkisar 65-74% dan dikatakan buruk apabila <64% (Partanto (1995).

$$\text{EK} = \text{EU} \times \text{EO} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

EK = Efisiensi kerja (%)

EU = Efisiensi alat (%)

EO = Efisiensi operator (%)

Reduction ratio

Reduction ratio menunjukkan seberapa efektif suatu alat dalam mengecilkan ukuran material dilihat dari perbandingan ukuran *feed* dengan ukuran produk yang dihasilkan. Semakin tinggi nilainya, semakin efektif alat

peremuk dalam proses pengecilan ukuran. *Reduction ratio* dikatakan buruk apabila bernilai 1-2, tergolong sedang apabila bernilai 2-4, dan tergolong baik apabila bernilai ≥ 4 (Currie, 1973).

$$\text{Reduction ratio} = \frac{\text{Ukuran feed (mm)}}{\text{Ukuran produk (mm)}} \quad (3)$$

Neraca Bahan (*Material Balance*)

Material balance adalah suatu neraca keseimbangan pada pengolahan bahan galian dimana jumlah material *feed* yang masuk dalam alat pengolahan hasilnya sama dengan material yang keluar. Perhitungan *material balance* dilakukan untuk mengetahui jumlah *feed* yang hilang (*loose material*) selama proses peremukkan berlangsung. *Loose material* menunjukkan seberapa besar jumlah material yang hilang dengan membandingkan laju pengumpanan dan jumlah produksi yang dihasilkan. (Partanto, 1995).

$$\text{Losses} = \text{Jumlah feed} - \text{Jumlah produk} \quad (4)$$

Analisis Fragmentasi Metode *Image Analysis*

Fragmentasi adalah bentuk material hasil dari *free digging*, penggalian mekanik maupun peledakan berdasarkan ukuran tertentu. Diantara metode pengukuran fragmentasi antara lain adalah metode ayakan (*sieving*), *boulder counting*, dan *image analysis* (*photographic*). Seiring dengan kemajuan teknologi, evaluasi secara *boulder counting* dan manual mulai ditinggalkan, kemudian evaluasi secara *image analysis* menggunakan foto fragmen lebih populer, mengingat kemudahan yang diperoleh dari hasil analisis yang cukup akurat. Split Desktop merupakan program yang berfungsi untuk menganalisa ukuran fragmen batuan yang hasilnya berupa grafik persentase lolos material dan ukuran fragmen rata-rata suatu material (Irawan, 2010).

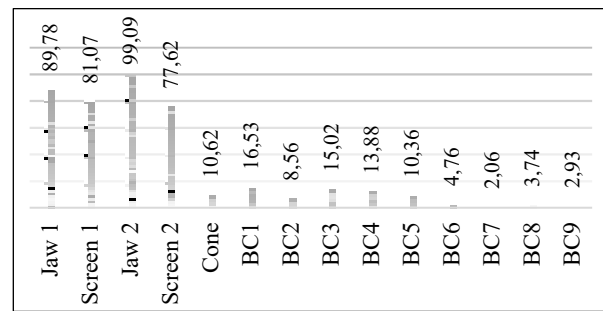
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada *crushing plant* SC-01 dengan alat yang digunakan yaitu meteran, kamera, karung, *stopwatch*, dan timbangan. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan cara mengevaluasi kinerja *crushing plant* SC-01 berdasarkan efektivitas alat, efisiensi kerja, total produksi, *reduction ratio*, *loose material*, fragmentasi dan volume hasil peledakan. Dari evaluasi tersebut dapat diketahui performa SC-01 dalam operasi peremukkan sehingga dapat menentukan upaya perbaikan untuk mencapai target produksi. Data yang dikumpulkan yaitu data primer berupa waktu hambatan, *cycle time* pengumpanan, waktu tempuh dan berat sampel tiap conveyor (kg/m), dan geometri peledakan. Data sekunder berupa spesifikasi alat, jam kerja, dan target produksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Alat *Crushing Plant* SC-01

Berdasarkan kapasitas teoritis dan aktual pada masing-masing alat, maka dapat diketahui nilai efektivitas alat yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Nilai efektivitas alat (%)

Perusahaan memiliki target nilai efektivitas sebesar 75% agar penggunaan alat dianggap efektif. Pada Gambar 1 terlihat efektivitas pada jaw crusher dan screen sebesar $>75\%$ menunjukkan penggunaan alat sudah efektif. Adapun pada cone crusher dan belt conveyor memiliki nilai yang rendah ($<75\%$) menunjukkan alat tersebut tidak dimanfaatkan secara optimal sesuai spesifikasi.

Waktu hambatan dan efisiensi kerja

Hambatan kerja terbagi menjadi tiga yaitu hambatan akibat perbaikan atau perawatan alat (*repair*), hambatan waktu *standby*, dan hambatan akibat operator. Rincian waktu hambatan kerja selama Bulan Januari 2023 ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Hambatan dan efisiensi kerja Januari 2023

No.	Jenis hambatan	Jumlah (menit)
1.	Perbaikan/Perawatan alat (<i>repair</i>)	9.215
2.	<i>Standby</i>	1.045
3.	Operator	350
	Total waktu hambatan	10.610
	Waktu kerja tersedia	12.360
	Waktu kerja efektif	1.750
	Efisiensi kerja (%)	13,76

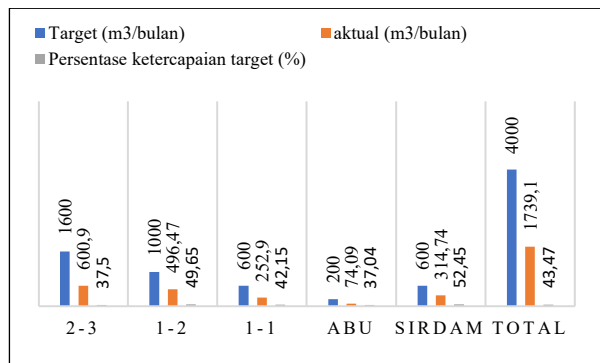
Tabel 1 menunjukkan hambatan yang terjadi selama Bulan Januari 2023. Hambatan waktu *repair* meliputi persiapan awal kerja dan kerusakan alat. Hambatan waktu *standby* meliputi telat pengumpanan, material tersangkut, hujan, gangguan genset, dan banjir. Hambatan operator meliputi waktu keterlambatan awal kerja, berhenti kerja sebelum waktu istirahat, terlambat memulai kerja setelah istirahat, dan berhenti kerja sebelum jam kerja berakhir.

Berdasarkan klasifikasi Partanto (1995), efisiensi kerja aktual tergolong buruk yaitu sebesar 13,76% dimana dari total waktu tersedia sebesar 12.360 menit/bulan, hanya 1.750 menit yang digunakan secara efektif. Hal ini menunjukkan perlu dilakukan pengurangan waktu hambatan, khususnya pada hambatan yang dapat dihindari seperti persiapan awal, telat umpan, kendala genset, banjir, dan keterlambatan operator.

Produksi Aktual Bulan Januari 2023

Produksi aktual dihitung dari kapasitas aktual belt conveyor yang mengangkut produk akhir, kemudian dikalikan dengan jam kerja efektif sehingga didapatkan total produksi dalam 1 bulan. Target produksi pada *crushing plant* SC-01 sebesar 4.000 m³/bulan dengan persentase produk *split* 2-3 sebesar 40%, *split* 1-2

sebesar 25%, *split* 1-1 sebesar 15%, abu batu sebesar 5% dan sirdam sebesar 15%. Adapun hasil perhitungan produksi aktual ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Produksi aktual Bulan Januari 2023

Gambar 2 menunjukkan produksi aktual Bulan Januari 2023 hanya mencapai 43,47% dari target atau sebesar 1.739,10 m³ dimana pencapaian target produk *split* 2-3 sebesar 37,5%, *split* 1-2 sebesar 49,65%, *split* 1-1 sebesar 42,15%, abu batu sebesar 37,04%, dan sirdam sebesar 52,45%.

Loose materials

Perusahaan menetapkan standar persentase *loose* yang ditoleransi maksimal 15% dari laju pengumpanan. Dari perhitungan diketahui laju pengumpanan pada hopper sebesar 69,21 m³/jam dan laju produksi sebesar 59,62 m³/jam sehingga terdapat *loose material* sebesar 9,59 m³/jam atau 13,85% dari laju pengumpanan. Berdasarkan laju pengumpanan aktual, *loose material* yang ditoleransi maksimal sebesar 10,38 m³/jam. Karena jumlah *loose material* aktual yang dihasilkan (9,59 m³/jam) masih di bawah angka maksimum yang ditoleransi, maka jumlah *loose* aktual masih dapat diterima.

Reduction ratio

Perhitungan diawali dengan pengambilan foto sampel *feed* dan produk pada tiap alat peremuk, kemudian dilakukan analisis ukuran rata-rata material menggunakan metode *image analysis*. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Nilai *reduction ratio* tiap alat peremuk

Alat peremuk	Ukuran (mm)		Nilai RR
	Feed	Produk	
Jaw crusher 1	268,94	127,99	2,10 (Sedang)
Jaw crusher 2	127,99	29,4	4,35 (Baik)
Cone crusher	44,75	25,5	1,75 (Buruk)

Berdasarkan klasifikasi Currie (1973), jaw crusher 1 memiliki nilai sebesar 2,10 termasuk kategori sedang, sedangkan jaw crusher 2 memiliki nilai sebesar 4,35 yang termasuk kategori baik. Adapun pada cone crusher, nilainya hanya sebesar 1,75 yang termasuk kategori buruk. Ini disebabkan ukuran *feed* terlalu kecil, sehingga perbandingan ukuran *feed* dan produk tidak signifikan. Situasi ini menunjukkan bahwa spesifikasi cone crusher perlu disesuaikan.

Fragmentasi dan Volume Material Hasil Peledakan

Evaluasi material hasil peledakan dilihat dari kesesuaian target fragmentasi material dan volume hasil peledakan yang dilakukan pada Bulan Januari 2023. Perusahaan mempunyai target fragmentasi material berukuran ≤ 500 mm dengan persentase $\geq 75\%$. Fragmentasi material dihitung dengan cara pengambilan 3 sampel foto material tiap peledakan kemudian dianalisis menggunakan *software* Split Desktop. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Fragmentasi material hasil peledakan

Peledakan ke-	Fragmentasi rata-rata (mm)	% passing (500 mm)
1	442,65	77,79
2	360,72	90,01
3	396,83	82,85

Tabel 3 menunjukkan peledakan pertama menghasilkan rata-rata fragmentasi sebesar 442,65 mm dan 77,79% material berukuran < 500 mm. Pada peledakan kedua, rata-rata fragmentasi material sebesar 360,72 mm dan 90,01% material berukuran < 500 mm. Pada peledakan ketiga, rata-rata fragmentasi material sebesar 396,83 mm dan 82,85% material berukuran < 500 mm. Setelah diketahui geometri dan persentase fragmentasi material < 500 mm, selanjutnya dihitung volume material hasil peledakan. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Volume material hasil peledakan aktual

Peledakan ke-	Volume ≤ 500 mm (LCM)
1	1.416,95
2	1.585,95
3	1.567,84
Total	4.570,73

Tabel 4 menunjukkan peledakan pertama menghasilkan material ≤ 500 mm sebesar 1.416,95 LCM. Peledakan kedua menghasilkan material ≤ 500 mm sebesar 1.585,95 LCM. Peledakan ketiga menghasilkan material ≤ 500 mm sebesar 1.567,84 LCM. Dari ketiga peledakan tersebut, total volume material ≤ 500 mm yang dihasilkan sebesar 4.570,73 LCM.

Dari perhitungan diketahui hasil fragmentasi material ≤ 500 mm tiap peledakan sudah $> 75\%$. Pada peledakan 2, bahkan berhasil menghasilkan material berukuran ≤ 500 mm sebesar 90,01%, yang merupakan hasil terbaik di antara peledakan lainnya. Selain itu, volume total material ≤ 500 mm mencapai 4.570,73 LCM cukup untuk memenuhi target produksi sebesar 4.000 m³/bulan.

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja *Crushing Plant* SC-01 Bulan Januari 2023, maka dapat dirangkum dalam Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan hasil evaluasi yang telah dilakukan dan diketahui faktor utama penyebab target produksi tidak tercapai adalah efisiensi kerja yang buruk yang disebabkan tingginya waktu hambatan. Oleh karena itu, upaya perbaikan difokuskan pada peningkatan waktu kerja efektif.

Tabel 5. Hasil evaluasi kinerja Bulan Januari 2023

No.	Parameter	Hasil
1	Efektivitas alat	Tidak ada masalah
2	Efisiensi kerja	Buruk
3	<i>Loose materials</i>	Tidak ada masalah
4	Nilai <i>reduction ratio</i>	Tidak ada masalah
5	Fragmentasi dan volume material peledakan	Tidak ada masalah
6	Target produksi	Tidak tercapai

Usaha Perbaikan untuk Mencapai Target Produksi

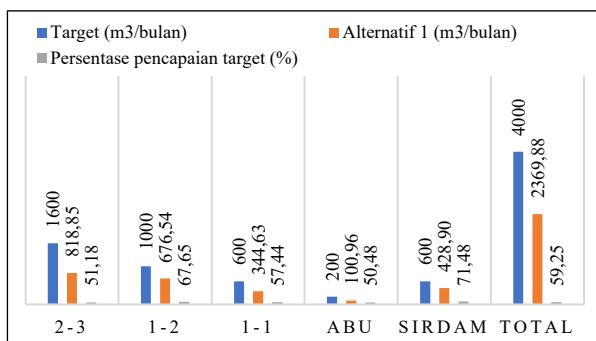
Alternatif 1 (Perbaikan Waktu Hambatan Kerja)

Alternatif 1 fokus pada perbaikan waktu hambatan kerja pada hambatan yang dapat dihindari/dikurangi yaitu pada persiapan awal, telat pengumpanan, kendala genset, banjir, dan keterlambatan operator. Hasil simulasi perhitungan waktu hambatan alternatif 1 ditunjukkan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Simulasi waktu hambatan alternatif 1

No.	Jenis hambatan	Jumlah (menit)
1.	Perbaikan/Perawatan (<i>repair</i>)	9.115
2.	<i>Standby</i>	615
3.	Operator	245
	Total waktu hambatan	9.975
	Waktu kerja tersedia	12.360
	Waktu kerja efektif	2.385
	Efisiensi kerja (%)	18,92

Tabel 6 menunjukkan bahwa alternatif 1 dapat meningkatkan efisiensi kerja. Hal ini disebabkan adanya pengurangan waktu hambatan kerja pada persiapan awal kerja, telat pengumpanan, kendala genset, banjir di area crusher dan keterlambatan operator. Meskipun terdapat peningkatan, namun nilai tersebut belum mencapai kriteria yang baik menurut Partanto (1995). Adapun hasil simulasi perhitungan produksi alternatif 1 ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:

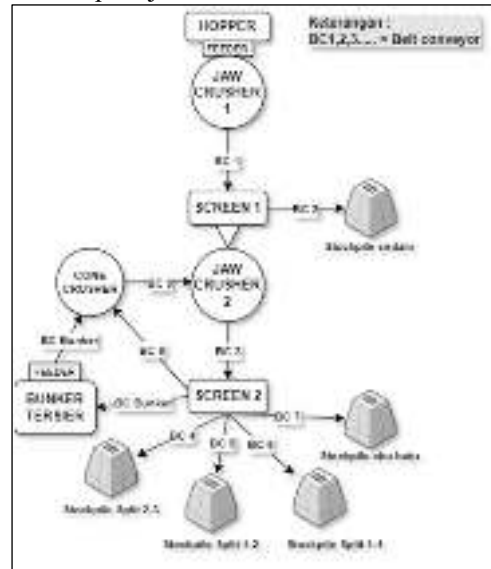


Gambar 3. Produksi SC-01 menggunakan alternatif 1

Gambar 3 menunjukkan pencapaian target produksi hanya sebesar 59,25% atau 2.369,88 m³/bulan, dimana pencapaian target produk *split* 2-3 sebesar 51,18%, *split* 1-2 sebesar 67,65%, *split* 1-1 sebesar 57,44%, abu batu sebesar 50,48%, dan sirdam sebesar 71,48%. Meskipun total produksi lebih besar dari data aktual, namun target produksi belum tercapai.

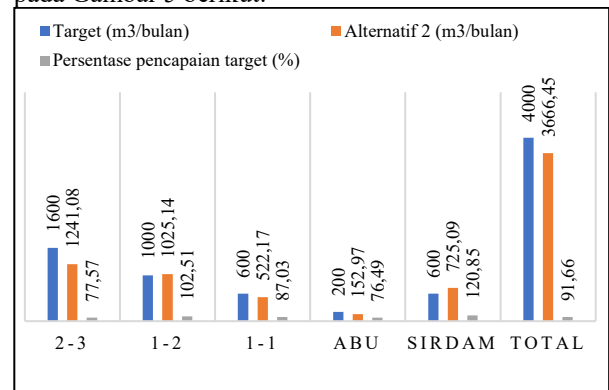
Alternatif 2 (Pengadaan *bunker* tersier)

Usaha perbaikan alternatif 2 yaitu dengan pengadaan *bunker* tersier. Alasan dibuatnya *bunker* tersier karena terdapat *maintenance* pada cone crusher yang menghambat produksi. Sebelum adanya *bunker* tersier, waktu kerja efektif berkurang drastis akibat penggantian *part* mantel pada cone crusher yang memakan waktu 77,25 jam. Dengan adanya *bunker* tersier, material *oversize* dari screen 2 yang sebelumnya menjadi *feed* bagi cone crusher, sementara dialihkan ke *bunker* tersier, sehingga meskipun cone crusher sedang *maintenance*, produksi tetap berjalan.



Gambar 4. Diagram alir pengolahan alternatif 2

Hasil perhitungan menunjukkan *crushing plant* memiliki nilai EK sebesar 31,32%. Adapun hasil simulasi perhitungan produksi alternatif 3 ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



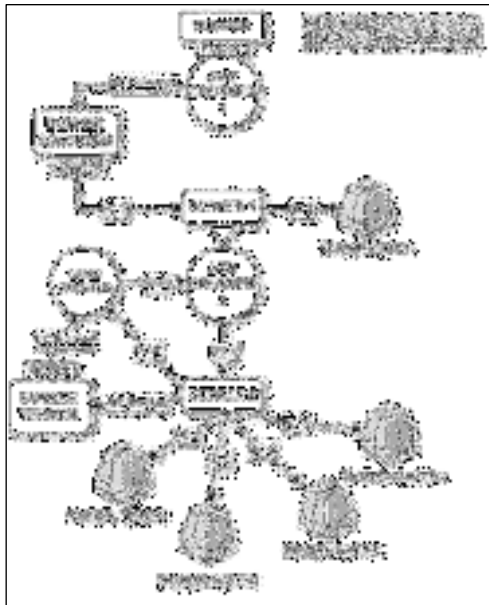
Gambar 5. Produksi SC-01 menggunakan alternatif 2

Gambar 5 menunjukkan pencapaian target produksi hanya sebesar 91,66% atau 3.666,45 m³/bulan dengan pencapaian target produk *split* 2-3 sebesar 77,57%, *split* 1-2 sebesar 102,51%, *split* 1-1 sebesar 87,03%, abu batu sebesar 76,49% dan sirdam sebesar 120,85%. Terlihat bahwa *split* 1-2 dan sirdam telah melampaui target dengan persentase diatas 100%.

Alternatif 3 (Pengadaan *bunker* sekunder dan *bunker* tersier)

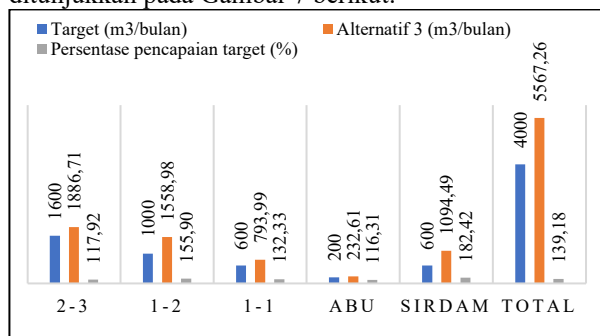
Dalam alternatif 3, *crushing plant* menggunakan *bunker* sekunder dan *bunker* tersier. Alasan dibuatnya *bunker* sekunder karena waktu hambatan terbesar

setelah cone crusher terjadi pada jaw crusher 2 yaitu 1.580 menit. *Bunker* sekunder dirancang untuk menampung sementara material *output* dari jaw crusher 1 saat terjadi *maintenance* pada jaw crusher 2. Saat jaw crusher 2 *maintenance*, jaw crusher 1 masih dapat mengolah suplai material dari tambang dan menampungnya dalam *bunker* sekunder. Selanjutnya, material yang tertampung dalam *bunker* sekunder dapat digunakan sebagai umpan untuk jaw crusher 2 di saat jaw crusher 1 sedang dalam *maintenance*. Dengan demikian, waktu hambatan akibat *maintenance* dapat berkurang karena jaw crusher 2 tetap mendapatkan suplai material dari *bunker* sekunder.



Gambar 6. Diagram alir pengolahan alternatif 3

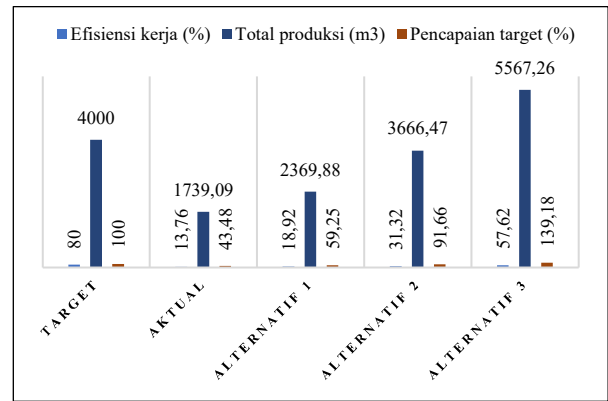
Dari hasil perhitungan diketahui *crushing plant* memiliki nilai EK sebesar 57,62% yang menunjukkan *crushing plant* bekerja lebih efisien dibandingkan sebelumnya. Adapun hasil simulasi perhitungan ditunjukkan pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Produksi SC-01 alternatif 3

Gambar 7 menunjukkan pencapaian target produksi sebesar 139,18% atau 5.567,26 m³/bulan dengan persentase pencapaian target produk *split* 2-3 sebesar 117,92%, *split* 1-2 sebesar 155,90%, *split* 1-1 sebesar 132,33%, abu batu sebesar 116,31% dan sirdam sebesar 182,42%. Berdasarkan data tersebut, target sebesar 4.000 m³/bulan sudah tercapai. Selain itu, terlihat tiap produk telah melampaui target dengan persentase diatas 100%. Hal ini menunjukkan alternatif 3 berpotensi berhasil untuk mencapai target produksi yang diharapkan.

Hasil simulasi perhitungan tiap alternatif dirangkum dalam Gambar 8 berikut :



Gambar 8. Hasil simulasi perhitungan tiap alternatif

KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan, tidak ditemukan masalah pada kinerja *crushing plant* SC-01 apabila dilihat dari efektivitas alat, *loose material*, *reduction ratio*, dan ketersediaan material umpan. Namun, efisiensi kerja *crushing plant* tergolong buruk. Hal ini disebabkan karena *crushing plant* menggunakan alur pengolahan langsung tanpa adanya *bunker*, sehingga jika terjadi kerusakan pada salah satu alat, produksi akan berhenti total. Pada Bulan Januari, produksi aktual hanya mencapai 1.739,10 m³ atau sebesar 43,47% dari target produksi. Usaha perbaikan dengan cara menambahkan 1 unit *bunker* sekunder dan 1 unit *bunker* tersier. Dari simulasi perhitungan diperoleh total produksi mencapai 139,18% dari target, atau sebesar 5.567,26 m³/bulan dengan pencapaian target *split* 2-3 sebesar 117,92%, *split* 1-2 sebesar 155,90%, *split* 1-1 sebesar 132,33%, abu batu sebesar 116,31%, dan sirdam sebesar 182,42%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bangka Belitung, PT Hulu Batu perkas, serta semua pihak terkait atas terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

Currie, J.M. (1973). *Unit Operation Mineral Processing*. Columbia: Department of Chemical and Metallurgical Technology Burnaby.

Irawan, B. (2010). *Panduan Software Split Desktop*. Banjarmasin: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat.

Partanto (1995). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung.

Pratiwi, P. (2018). *Kajian Teknis Produktivitas Crushing Plant untuk Target Produksi Batu Granodiorit Sebesar 3.000 m³/Bulan di PT Bina Ardi Lestari Kabupaten Mempawah*. *Skripsi*. Pontianak: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Tanjungpura.

PT Hulu Batu Perkasa (2021). *Rancangan Kerja dan Anggaran Biaya*. Lampung Tengah: PT Hulu Batu Perkasa, 2021.

Senja, T. (2020). *Analisis Produktivitas Crushing Plant PT Aditya Buana Inter, Merawang, Bangka*. *Skripsi*. Bangka: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung.

- Sukandarrumidi (1998). *Bahan Galian Industri*.
Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Taggart, A.F. (1987). *Hand Book of Mineral Dressing*.
New York: John Willey and Sons.
- Tobing, S.L. (2002). *Prinsip Dasar Pengolahan Bahan Galian*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung.