

**KAJIAN KOMINUSI Limestone PADA AREA PENAMBANGAN
PT. SEMEN PADANG (PERSERO) Tbk.
BUKIT KARANG PUTIH INDARUNG
SUMATERA BARAT
STUDY OF LIMESTONE COMMINUTION IN MINING AREA
PT. SEMEN PADANG (PERSERO) Tbk.
BUKIT KARANG PUTIH INDARUNG
WEST SUMATERA**

Ali Ihsyan Harahap¹, Hartini Iskandar², Taufik Arief³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Prabumulih KM. 32 Inderalaya (30662) Telp/Fax. (0711) 580137
e-mail : alihsanharahap@gmail.com

ABSTRAK

Kominusi merupakan tahapan pengolahan bahan galian yang dilakukan di PT. Semen Padang (Persero) Tbk. bertujuan untuk mereduksi limestone agar pengiriman material dari front penambangan menuju storage dengan menggunakan belt conveyor berjalan dengan baik. PT. Semen Padang (Persero) Tbk. menggunakan rangkaian alat kominusi yang menghasilkan product berdiameter ≤ 4 cm. Rangkain alat kominusi yang terdapat di tambang merupakan rangkaian alat kominusi yang menghasilkan coarse product yaitu : mobile crusher, belt conveyor, hammer crusher dan vibrating screen. Mobile crusher menghasilkan product yang berukuran ≤ 5 cm, kemudian diangkat menuju vibrating screen dengan menggunakan belt conveyor untuk pengayakan dimana material berdiameter ≤ 3 cm akan lolos dan langsung dikirim ke storage. Material yang tidak lolos pada vibrating screen akan direcycle pada hammer crusher untuk mencapai ukuran ≤ 4 cm agar semua material dari tambang dapat dikirim (zero discharge). Zero discharge merupakan suatu upaya untuk mengoptimalkan suatu kegiatan pertambangan dimana seluruh material yang ditambang termanfaatkan secara optimal, sehingga berpengaruh terhadap perbaikan dari segi ekonomis, teknik dan lingkungan tambang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi sebesar 7.500.000 ton/tahun sesuai dengan yang telah ditargetkan di PT. Semen Padang (Persero) Tbk. dengan mengoptimalkan peralatan kominusi dapat direalisasikan.

Kata kunci : kominusi, crusher, conveyor, screen, discharge.

ABSTRACT

Comminution is a mineral processing stage to reduce limestone that delivered from mining front to storage at PT. Semen Padang (Persero) Tbk. using conveyor belt running well. PT. Semen Padang (Persero) Tbk. using a series of equipment that generate product comminution ≤ 4 cm in diameter. Series of comminution equipment contained in the mine is a series of equipment that produce coarse comminution products are: mobile crusher, belt conveyor, hammer crusher and vibrating screen. Mobile crusher produces a product size ≤ 5 cm, then transported to vibrating screen using a conveyor belt for screening where size ≤ 3 cm material will escape and immediately sent to storage. Material that does not pass on the vibrating screen will be recycle by the hammer crusher to achieve size ≤ 4 cm so that all the material from the mine can be sent (zero discharge). Zero discharge is an attempt to optimize the mining activities which all mined materials utilized optimally, and therefore contributes to the improvement in terms of economic, technique and environmental. The result showed that the production of 7,500,000 tons/year by reviewing production data acquisition in March can be realized.

Keyword : comminution, crusher, conveyor, screen, discharge.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang yang berfokus pada pembangunan dan pengembangan infrastruktur, baik berupa pengadaan jalan beton, bendungan/waduk, irigasi, drainase perkotaan, pembangunan gedung publik, gedung perkantoran, perumahan warga yang masih kurang layak huni, landasan pacu pesawat terbang, pelabuhan yang masih minim dan pengembangan industrilisasi yang masih sedikit. Negara yang makmur dan sejahtera memerlukan semen yang cukup besar sebagai bahan baku utama konstruksi untuk meningkatkan pembangunan infrastruktur publik, swasta dan masyarakat Indonesia khususnya, berupa perumahan yang layak huni. PT. Semen Padang (Persero) Tbk. yang merupakan perusahaan yang terletak di pulau Sumatera memiliki tanggung jawab besar untuk meningkatkan produksi semennya demi kemajuan kesejahteraan masyarakat pulau Sumatera khususnya dan Indonesia pada umumnya.

PT. Semen Padang (Persero) Tbk. melakukan kegiatan penambangan *limestone* di Bukit Karang Putih dengan luas cadangan 0,972 km² dan ketebalan berkisar 100 m – 350 m dengan taksiran cadangan sebesar 404.437.044 ton. Biro penambangan pada saat ini melakukan kegiatan *quarry limestone* dengan rincian kerja berupa *profiling* (penandaan titik bor), *drilling* (pemboran), *blasting* (peledakan), *loading* dan *hauling* (pemuatan dan pengangkutan), dan kegiatan *dumping* (penumpahan). Biro penambangan yang mensuplai bahan baku semen berupa *limestone* dari lokasi penambangan Bukit Karang Putih yang berjarak ± 2,5 km ke pabrik semen Indarung memerlukan proses kominusi terlebih dahulu sebelum dimuat pada *belt conveyor* sebagai media transportasi, maka diperlukan sistem kominusi yang ekonomis dan kontinyu agar tercapainya produksi semen sebesar 7.500.000 ton/tahun. *Open circuit* adalah sistem kominusi yang dioperasikan oleh PT. Semen Padang yang mana dalam pengoperasiannya, PT. Semen Padang menetapkan standar *product limestone* berukuran ≤ 4 cm yang terdiri dari 2 unit *crusher* yaitu *mobile crusher* dan *hammer crusher*.

Mobile crusher memiliki maksimum *feed* < 100 cm tetapi *feed grade* sebagai *infeed* terkadang > 100 cm [1], untuk direduksi menjadi berdiameter ≤ 4 cm agar dapat diangkut oleh *belt conveyor*. Tahapan–tahapan dalam kominusi di PT. Semen Padang terdiri dari *mobile crusher*, kemudian dimasukkan ke dalam *vibrating screen* untuk memperoleh size yang diinginkan, yang mana *oversize* masuk ke *hammer crusher* (*open circuit crushing*).

Mobile crusher memiliki kapasitas 2.000 ton/jam [1] dan *hammer crusher* memiliki kapasitas 1.100 ton/jam [2] dan apabila keduanya dioperasikan bersamaan maka kapasitas yang mampu dihasilkan adalah 3.100 ton/jam namun bila dirata–ratakan kapasitas tersebut di lapangan jarang tercapai sehingga penulis mencoba melakukan kajian kominusi untuk memenuhi target produksi 7.500.000 ton/tahun bahan baku *limestone*. Parameter yang menjadi fokus kajian adalah kapasitas alat, jam kerja, dan hambatan– hambatan di lapangan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, dengan melakukan survey dan observasi lapangan. Penelitian ini dilakukan pada area penambangan *limestone*/batu kapur PT. Semen Padang (Persero) Tbk. di bawah lokasi kerja dari biro/unit penambangan, yang terdapat di Bukit Karang Putih Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kabupaten Indarung. Objek yang diamati pada penelitian ini adalah tingkat laju produksi daripada kominusi *limestone* dan proses berlangsungnya kominusi berupa sistem kerja alat yang nantinya akan menghasilkan produk tambang berupa *limestone* berukuran ≤ 4 cm agar dapat diangkut oleh *belt conveyor*, dan evaluasi terhadap produksi harian dan bulanan untuk mencapai target tahunan sebesar 7.500.000 ton.

Adapun urutan pekerjaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Orientasi lapangan
Orientasi lapangan dimaksudkan untuk mengetahui keadaan sebenarnya dari lapangan penelitian. Sehingga Penulis dapat mengetahui tahapan yang harus dilakukan dalam melakukan penelitian (pengambilan data).
2. Pengambilan data
Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder dengan rincian sebagai berikut :
 - a. Data primer
Data primer merupakan data yang diperoleh dengan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan, seperti data *oversize* pada *mobile crusher*, data volume peledakan (dengan mengkalkulasikan nilai dari pada luas area, dan tinggi jenjang peledakan), produktivitas *dumpruck* (dengan mengamati *payload meter* pada *dumpruck*), produktivitas alat kominusi (dengan mengamati *payload meter* pada *belt conveyor*, jam operasional).

b. Data sekunder

Merupakan data penunjang yang didapat dari arsip dan literature seperti literatur-literatur yang berhubungan dengan proses kegiatan kominusi, jadwal kerja, data peta wilayah penambangan dan data spesifikasi untuk masing-masing alat angkut dan kominusi.

3. Pengolahan data

Dari data yang diambil kemudian dilakukan pengolahan terhadap data tersebut. Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan rumus atau persamaan 1, 2, 3,4, 5, 6, 7.

Variabel data yang ingin didapatkan dari penelitian ini meliputi data mengenai volume peledakan, laju pengangkutan oleh *dumpruck*, produktivitas kominusi, beserta sub-variabel dari setiap variabel data. Sub-variabel peledakan meliputi : luas area peledakan, tinggi jenjang dan *density*. Sub-variabel yang berhubungan dengan laju pengangkutan adalah : jumlah *dumpruck*, jam, kapasitas, dan jumlah trip tiap *dumpruck*. Sub-variabel dari produktivitas kominusi meliputi : *material balance*/neraca bahan, *ratio reduction*, waktu kerja dan kapasitas alat.

4. Analisis data

Setelah melalui pengolahan data kemudian dilanjutkan dengan analisis terhadap data tersebut. Adapun analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan analisis *regresi linier* sederhana. Analisis *regresi linier* digunakan untuk melihat kecenderungan perubahan dari setiap parameter yang diukur terhadap efisiensi dan efektivitas kegiatan kominusi.

5. Kesimpulan

Didapatkan setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Feed

a. Penyediaan Feed Melalui Peledakan

Feed atau material umpan merupakan material yang berasal dari proses peledakan *limestone*, yang jumlahnya dinyatakan dalam volume dengan mengamati kapasitas alat bor dan luas area peledakan. Peledakan merupakan tahapan awal pembongkaran *limestone*, sehingga dapat dimuat oleh *excavator* ke dalam *dumpruck*. Volume peledakan ini nantinya akan mempengaruhi keberlangsungan penyediaan *feed* atau material umpan dimana biro penambangan PT. Semen Padang (Persero) Tbk. menghasilkan 26.308,8 BCM atau 42.883,34 LCM. Volume peledakan sebesar 42.883,34 LCM ini diharapkan dapat dimuat seluruhnya ke alat kominusi agar terpenuhinya target produksi kominusi sebesar 7.500.000 ton/tahun atau setara dengan ± 23.000 ton/hari.

Volume peledakan sangat erat pengaruhnya terhadap jumlah alat bor dan kecepatan alat bor melakukan pemboran, dimana kecepatan pemboran sebesar 28,05 m/jam, dengan jumlah alat bor sebanyak 3 unit dan waktu kerja efektif sebanyak 8,08 jam didapatkan total panjang pemboran sebesar 680,21 m. Total pemboran selanjutnya dibagi dengan kedalaman lubang ledak 6,5 m, sehingga dihasilkan jumlah lubang ledak sebanyak 105 lobang/hari dengan luas area 1.680 m². Dari data inilah kemudian volume peledakan didapatkan dimana luas area dikalikan dengan tinggi jenjang peledakan. Volume peledakan ini dinyatakan dalam BCM (bank cubic meter) dan LCM (loose cubic meter), yang artinya *bank* adalah satuan dimana material dalam keadaan *massive* dan *solid*, sedangkan *loose* adalah satuan material pada saat sudah tertambang (mined) [3].

b. Feed Grade

Dari hasil pengamatan pada *mobile crusher* jumlah *feed grade* yang melebihi rank maksimum (berdiameter ≤ 100 cm) akan menjadi *loose material (oversize)* yang terbuang dengan sendirinya melalui *slide chute*. *Oversize* yang terlalu besar akan dipecah lagi dengan *rock breaker*, yang mana berjumlah 15-20 bongkah/jamnya atau 304,81 ton hari. Material yang telah dipecah dengan *rock breaker* akan dimuat pada *hammer crusher* dengan menggunakan *wheel loader*. Adapun pada *hammer crusher* jarang terdapat *loose material (oversize)* disebabkan memiliki kapasitas *feed grade* maksimum ≤ 150 cm (lebih besar dari *mobile crusher*).

c. Pengangkutan Feed ke Unit Kominusi

Produksi pengangkutan ini didapatkan dari hasil pengamatan pada *play load meter dumpruck*, dimana berat rata-rata tiap pengangkutan oleh *dumpruck* sebesar 90 ton, dengan jumlah *dumpruck* 11 unit, dan terdapat 17 trip/*shift* pada masing-masing *dumpruck* pada saat dilakukan pengamatan terhadap pemuatan pada *mobile crusher* dan *hammer crusher*. Dari uraian tersebut maka diperoleh rata-rata produktivitas pengangkutan tiap harinya berdasarkan rumus berikut [3] :

$$\begin{aligned} P &= W \times n \times t \\ P &= 90 \times 11 \times 34 \\ &= 33.660 \text{ ton/hari} \end{aligned} \tag{1}$$

Keterangan :

P = Produktivitas
W = Berat (90 ton)
n = Jumlah *dumptruck* (11 unit)
t = Jumlah trip/hari (34 trip/2 *shift*)

33.660 ton/hari yang merupakan hasil pengangkutan dari *front* penambangan akan diolah pada unit kominusi dengan menerapkan sistem *open circuit*, dimana terdapat 2 unit crusher yang dapat digunakan pada waktu yang sama yaitu : *mobile crusher* (2.000 t/jam) dan *hammer crusher* (1.100 t/jam).

3.2. Analisa Unit Kominusi

a. Produksi Unit Kominusi

Rangkaian kominusi ini memiliki 2 buah alat kominusi yang berbeda kapasitas dan spesifikasi yaitu : *mobile crusher* (2.000 t/jam) dan *hammer crusher* (1.100 t/jam), maka secara teoritis produksi total dengan rumus [4] adalah :

$$P_{\text{tot}} = P_1 + P_2 \quad (2)$$

Dimana :

P_{tot} : Produksi Total
 P_1 : Produksi *Mobile Crusher*
 P_2 : Produksi *Hammer Crusher*

Maka :

$$P_1 = Q_1 \times t \quad (3)$$

$$P_1 = 2.000 \text{ t/jam} \times 11 \text{ jam/hari}$$

$$P_1 = 22.000 \text{ t/hari}$$

$$P_2 = Q_2 \times t \quad (4)$$

$$P_2 = 1.100 \text{ t/jam} \times 11 \text{ jam/hari}$$

$$P_2 = 12.100 \text{ t/hari}$$

$$P_{\text{tot}} = 22.000 \text{ t/hari} + 12.100 \text{ t/hari}$$

$$P_{\text{tot}} = 34.100 \text{ t/hari}$$

34.100 ton/hari ini tercapai apabila efektivitas penggunaan alat sebesar 100 % atau dalam kondisi baru, namun disebabkan untuk menjaga alat agar tetap baik maka efektivitas penggunaan alat hanya berkisar antara 75%- 90%. Sedangkan produksi rata-rata oleh *play load* meter sebesar 2.354,2 t/jam.

b. Efektifitas Alat Pada Unit Kominusi

Efektifitas adalah perbandingan antara produksi sebenarnya dari alat pada saat ini dengan kapasitas terpasangnya, sehingga didapat harga perbandingan diantara keduanya yang dinyatakan dalam persen [5].

Jika diketahui produksi sebenarnya dari unit kominusi adalah 2.354,2 ton/jam dan kapasitas terpasang dari unit kominusi adalah 3.100 ton/jam. Maka efektifitas dari unit kominusi dengan rumus [6] adalah :

$$\text{Efektifitas} = \frac{\text{Kapasitas Nyata}}{\text{Kapasitas desain}} \times 100 \% \quad (5)$$

$$\text{Efektifitas} = \frac{2.354,2}{3.100} \times 100 \%$$

$$= 75,93 \%$$

3.3. Peralatan Kominusi

a. *Mobile crusher*

Mobile crusher atau yang sering disebut dengan *mosher* yang terdapat di PT. Semen Padang (Persero) Tbk. adalah rangkaian alat kominusi yang diproduksi oleh perusahaan MMD (*mining machinery development*). *Mosher* bertipe 1300 series *fully mobile track-mounted* yang sesuai dengan medan bukit karang putih yang merupakan lokasi penambangan *limestone* yang dapat berpindah-pindah, tetapi untuk *efficiency* maka *mosher* ini di tempatkan pada daerah tertentu, yang mana pengangkutan dan pengisian dilakukan oleh *dump truck* dan *whell loader* (Gambar 1). Umumnya *mosher* ini terdiri dari beberapa rangkaian alat yaitu : *hopper*, *feeder*, *twin shaft sizer*, dan *conveyer discharge*.



Sumber: Dokumentasi pribadi, 2013

Gambar 1. Mobile crusher dan Hopper

1. *Hopper*

Material yang diangkut oleh *dump truck* Komatsu HD 785 dengan muatan ± 90 ton akan di tampung dahulu di *hopper* dengan bergerak secara *sliding* karena *hopper* itu sendiri berbentuk *chute*. *Hopper* ini mampu menampung sampai ± 450 ton *limestone* sebelum ditransfer oleh *chain feeder* atau *appron plate feeder type D7* ke *twin shaft sizer* (Gambar 1).

2. *Feeder*

Feeder yang dimiliki oleh moshher yang beroperasi di bukit karang putih adalah *feeder* yang digerakkan oleh *hydraulic drive* bertekanan tinggi/higt pressure (Gambar 2). *Feeder* ini merupakan paduan antara *gear*, *chain*, *roller*, dan *plate feeder* yang berfungsi sebagai penghantar *feed* dari *hopper* menuju *sizer* yang mana fungsinya dan cara kerjanya mirip dengan *belt conveyer*.

3. *Twin shaft sizer*

Twin shaft sizer type 1300 series merupakan *sizer* yang terdiri dari dua *shaft scroll tooth* pattern dan satu *bar breaker* yang berfungsi sebagai *crusher* dan *screen* secara bersamaan. *Twin shaft sizer* memiliki 56 *tooth* pada kedua shaftnya dengan rincian 7 *scroll* pada setiap *shaft* dan pada setiap *scroll* memiliki 4 *tooth*, dan ditambah dengan satu *bar breaker* yang terdiri dari 7 *tooth* dengan demikian keseluruhan *tooth* adalah 63 *tooth* (Gambar 2). *Twin shaft sizer* digerakkan oleh motor listrik yang terdapat pada masing-masing shaft, yang mana kontrol terhadap motor ini terdapat pada ruangan kemudi/kontrol yang berada pada bagian paling atas dari moshher. Kedua motor penggerak *twin shaft sizer* bermerk Hyundai dan Siemens 400 kW menghasilkan *torque* tinggi yang listriknya berasal dari PLN. *Twin shaft sizer* pada proses peremukannya memanfaatkan *tooth* yang terdapat padanya dengan tiga tahap peremukan :

1. Menggenggam material

2. *Tensile stress*

3. *Rotating screen effect*

Sizer ini memiliki sistem *inward running* dimana *tooth* mengarah ke dalam sehingga menghasilkan *coarse product* berdiameter ≤ 5 cm.



Sumber: Dokumentasi pribadi, 2013

Gambar 2. Hydraulic Drive dan Twin Shaft Sizer

- b. *Belt conveyor*
Rangkaian kominusi jalur depan memiliki lima *layout belt conveyor* yang berbeda sebelum akhirnya material dikirim ke *storage*. *Belt conveyor* ini merupakan alat angkut tambang yang bergerak secara estapet. Rangkaian kominusi limestone jalur deapan terdiri dari enam *layout belt conveyor* yaitu : A5M21, A5U17, A5U18, A5U19, A5U45, A5U22.
- c. *Vibrating screen*
Vibrating screen yang terdapat di PT Semen Padang merupakan *vibrating screen* satu *deck* hasil buatan dari perusahaan HAVER & BOECKER dengan *wire* berbentuk *square* 3 cm × 3 cm. *Wire square* terbuat dari bahan *steel* dengan panjang keseluruhan *wire* pada *vibrating screen* berbentuk *rectangular* adalah 2,5 m × 7 m dengan kemiringan 20 derajat. *Vibrating screen* ini digerakkan oleh motor listrik *feed rate* (Q) 2000 ton/jam dengan *feed size* ≤ 3 cm. *Vibrating screen* ini bergerak karena adanya *eccentric shaft drive* dengan dibantu dengan 4 *rubber bearing*.
- d. *Hammer cruher*
Hammer crusher atau *impact crusher* yang terdapat di PT. Semen Padang (Persero) Tbk. bermerk FLSmidht dengan type EV *Crusher Retrofit*, memiliki kapasitas 1.100 ton/jam dengan *feed grade* berdiameter ± 1 m dan *product* ≤ 4 cm digerakkan motor 1.400 kW. *Hammer crusher* ini didukung oleh *hopper*, dan *appron feeder* sebagaimana alat kominusi lainnya. *Hammer crusher* ini memiliki *hammer rotor* 54 buah dengan rincian 3 baris (3 raw) dalam 1 raw 18 *rotor hammer*, 2 *inlet roller*, dan *grate bar*, yang mana kontruksi rotornya berbentuk *sandwich*.
1. *Hopper*
Hopper yang berada pada *hammer crusher* sama dengan *mosher*, berbentuk *chute* dengan kemiringan 80 derajat dan memiliki kapasitas yang lebih besar daripada *mosher*. Material yang masuk ke dalam *hopper* merupakan gabungan material yang berasal dari *dump truck*, *vibrating screen*, dan *wheel loader*.
 2. *Aprron Feeder*
Aprron feeder merupakan alat yang terbuat dari baja yang kerjanya mirip dengan *belt conveyor* tetapi susunannya berbeda, *appron feeder* disusun oleh *appron* (*steel plate*), *chain*, dan *gear*.
 3. *Hammer rotor*
Hammer rotor dibentuk tahan terhadap benturan (*heavy material*) yang terdapat di selah – selah cakram atau *disc* (kontruksi *sandwich*). *Hammer rotor* ini terpasang pada celah *disc* dengan menggunakan baut, *hammer rotor* ini memiliki poros sehingga dapat bergerak ke atas dan ke bawah. Sebelum memasuki tahap peremukan oleh *hammer* material terlebih dahulu melewati rantai besi yang berfungsi sebagai pengatur material dari *feeder*, yang kemudian diteruskan oleh *double roller* sebagai *inlet*.
 4. *Outlet Grate*
Outlet grate merupakan saringan tempat keluarnya *product* dari *hammer crusher* yang berfungsi layaknya *grizzly screen*. *Outlet grate* merupakan bagian paling bawah dari *hammer crusher* dimana material terayak setelah mengalami peremukan oleh *hammer* yang bergerak ke dinding pemecahan yang zona pemecahannya semakin sempit dan menghasilkan *product* yang dapat lolos dari *outlet grate*.
Outlet ini merupakan alat yang sudah terpasang pada *hammer crusher* sebagai rangkaian berbentuk *tangential grate bar*. Patahnya salah satu *grate* mengakibatkan berubahnya ukuran *product* menjadi berdiameter lebih besar.
- 3.4. *Analisa Material Balance* pada Unit Kominusi (Neraca Bahan)
Perhitungan *Material Balance* dilakukan untuk mengetahui jumlah *feed* yang hilang selama proses peremukan *limestone* berlangsung [7]. Perhitungan *material balance* dilakukan dengan menghitung selisih antara *input* yang dimasukkan dengan hasil *output* yang didapatkan untuk tercapainya *zero discharge* [7].
Zero discharge adalah indikasi dimana optimalisasi kegiatan pertambangan tercapai, dimana seluruh material yang ditambang tidak ada yang terbuang sia-sia, sehingga berpengaruh terhadap perbaikan dari segi ekonomis berupa biaya investasi dan operasional, segi teknik berupa efisiensi dan efektivitas peremukan dan lingkungan berupa agar tetap dalam kondisi bersih aman rapi dan indah. Pembahasan mengenai tercapainya *zero discharge* erat kaitannya dengan *material balance* (neraca bahan).
- a. *Material balance mobile crusher*
Berdasarkan pengamatan di lapangan pada *mobile crusher* atau *mosher* ditemukan *feed* yang berukuran lebih dari *feed grade* yang mampu diremuk oleh *crusher*, sehingga akan terbuang otomatis melalui *slide chute* yang merupakan *oversize* berkisar 15 – 20 bongkah berdiameter > 100 cm setiap jamnya. Material yang menjadi *oversize* pada *mosher* diubah menjadi *undersize* dengan menggunakan *breaker machine* dan dimuat ke *hammer crusher* oleh *wheel loader*. *Material balance* dirumuskan dengan [8] :

$$F = P + L$$

(6)

Dimana :

F = Jumlah *feed*, ton/jam

P = Jumlah *product* (undersize), ton/jam

L = Jumlah *looses* (oversize), ton/jam

Maka, dapat kita hitung bahwa *material balance* dari *mobile crusher* yaitu :

Diketahui :

1 m³ bongkah (*loose weight*) = 1,63 ton/m³

Kapasitas *mobile crusher* (F) = 2.000 ton/jam

Efektivitas *mobile crusher* = 75,93 %

Oversize (L) : 17 bongkah = 17 × 1,63 ton/m³
= 27,71 ton/m³

Sehingga :

$$P = 1.518,709 \text{ ton/jam} - 27,71 \text{ ton/jam} \\ = 1.490,99 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Maka persentase } \textit{looses} = (27,71 : 1.518,7) \times 100 \% \\ = 1,82 \%$$

$$\text{Dan persentase } \textit{product} = 100 \% - 1,82 \% = 98,18 \%$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai *looses* 1,85 %, menurut Currie (1973) nilai *material balance* yang baik memiliki angka kecukupan diatas 90 % [9]. Nilai ini menunjukkan bahwa produktivitas telah berjalan dengan baik, karena *product* yang dihasilkan sebanyak 98,18 % dari umpan (*feed*) yang masuk ke *mobile crusher*.

b. *Material balance hammer crusher*

Sedangkan pada *hammer crusher* jarang terdapat *oversize* sehingga tidak terdapat *loose material* disebabkan *hammer crusher* memiliki ukuran *feed grade* yang lebih besar dari *mobile crusher* yaitu ≤ 150 cm. Adapun material yang dihasilkan pada *hammer crusher* adalah 1.100 ton/jam berdasarkan kapasitas terpasang dan 75,93 % efektifitas alat sehingga *product* yang dihasilkan pada *hammer crusher* adalah :

$$\text{Produksi} = \frac{75,93}{100} \times 1.100 = 835,23 \text{ ton/jam}$$

c. Total material pada unit kominusi

Dari uraian sebelumnya diperoleh produksi *mobile crusher* (P₁) 1.490,99 ton/jam dan produksi *hammer crusher* 835,23 ton/jam (P₂) maka produksi pada unit kominusi adalah (P₃):

$$P_3 = P_1 + P_2 \\ = 1.490,99 \text{ ton/jam} + 835,23 \text{ ton/jam} \\ = 2.326,22 \text{ ton/jam}$$

3.5. *Reduction Ratio*

Perhitungan *reduction ratio* merupakan perhitungan dalam mengetahui kemampuan unit peremuk dalam mereduksi batuan dengan menghitung selisih ukuran sebelum dan sesudah kegiatan peremukan, serta untuk mengetahui apakah distribusi ukuran batuan yang masuk ke dalam *hopper* sesuai dengan zona peremukan (*choke zone*) dan untuk mengetahui tingkat keseragaman batuan dimana semakin kecil nilai *reduction ratio* maka semakin tinggi tingkat keseragaman pada zona peremukan. *Reduction ratio* dirumuskan dengan [10] :

$$R_L = \frac{tF}{tP} = \frac{wF}{wP} \quad (7)$$

Dimana :

R_L = limiting reduction ratio

tF = tebal *feed* (cm)

tP = tebal *product* (cm)

wF = lebar *feed* (cm)

wP = lebar *product* (cm)

a. *Reduction ratio mobile crusher*

Berdasarkan spesifikasi *crusher* ukuran material yang maksimum dapat masuk kedalam *crusher* adalah sebesar 100 cm dan ukuran *product* maksimum yang didapatkan adalah 5 cm (Tabel 1), maka *RR mobile crusher* adalah :

$$R_L = \frac{\text{Tebal } \textit{feed}}{\text{Tebal } \textit{product}} \\ = \frac{100}{5} = 20 : 1$$

5

Tabel 1. Distribusi Ukuran *Product Mobile Crusher*

Ukuran Ayakan (cm)	Tidak Lolos (%)	Lolos (%)
3	21,70	-
5	50,90	-

Sumber: Biro Penambangan PT. Semen Padang, 2013

Tabel 2. Distribusi Ukuran *Product Hammer*

Ukuran Ayakan (cm)	Tidak Lolos (%)	Lolos (%)
2,5	50,04	-
4	18,80	-

Sumber: Biro Penambangan PT. Semen Padang, 2013

b. *Reduction ratio hammer crusher*

Berdasarkan spesifikasi *crusher* ukuran material yang maksimum dapat masuk kedalam *crusher* adalah sebesar 150 cm dan ukuran *product* maksimum yang didapatkan adalah 4 cm (Tabel 2), maka *RR mobile crusher* adalah :

$$R_L \text{ II} = \frac{\text{Tebal feed}}{\text{Tebal product}} = 37,5 : 1$$

3.6. Target Tahunan

Biro penambangan PT. Semen Padang (Persero) Tbk. merencanakan produksi limestone sebesar 7.500.000 ton/tahun atau sekitar 2.144,08 ton/jam, dan dari hasil pengukuran pada alat *play load meter* pada bulan maret didapatkan korelasi produktivitas sebesar 2.354,2 ton/jam atau 8.234.991,6 ton/tahun sehingga dapat disimpulkan target tahunan dapat direalisasikan.

3.7. *Product*

Product yang dihasilkan proses kominusi ini berukuran sesuai dengan settingan yang terdapat pada masing-masing alat agar dapat diangkat pada *belt conveyor* yaitu *mobile crusher* menghasilkan *product* berdiameter ≤ 5 cm, *vibrating screen* berukuran ≤ 3 cm, dan *hammer crusher* berukuran ≤ 4 cm.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan mengenai “kajian kominusi *limestone* pada area penambangan PT. Semen Padang (Persero) Tbk. Bukit Karang Putih Indarung Sumatera Barat”, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kegiatan peledakan menghasilkan volume sebesar 42.883,34 ton LCM per harinya dengan feed grade > 100 cm sebanyak 15-20 bongkah yang terdapat pada *mobile crusher* perjamnya.
2. Produktivitas pengangkutan dari hasil pengamatan adalah 33.660 ton/hari dengan jumlah dumptruck 11 unit, berat pengangkutan/trip 90 ton dan rata-rata 34 trip/hari.
3. Aktivitas kominusi menggunakan sistem *open circuit* (*mobile crusher* dan *hammer crusher*) dengan jumlah produksi 34.100 ton/hari apabila efektivitas penggunaan alat sebesar 100 % namun demi keawetan alat kominusi maka efektivitas alat berkisar 80%-90%.
4. Dari hasil pengamatan pada *mobile crusher* didapatkan *material balance* dengan jumlah oversize sebanyak 15-20 bongkah/jam atau setara dengan 304,81 ton/hari.
5. Ukuran *product* yang dihasilkan oleh alat kominusi adalah ≤ 5 cm untuk *mobile crusher* dan ≤ 3 cm untuk *vibrating screen* dan ≤ 4 cm pada *hammer crusher*.
6. Aktivitas kominusi di PT. Semen Padang (Persero) Tbk. dengan rata-rata produksi 2.354,2 ton/jam sudah cukup untuk memenuhi target tahunan sebesar 7.500.000 ton.
7. Nilai *ratio reduction* pada *mobile crusher* adalah 20 : 1 dan 37,5 : 1 pada *hammer crusher*.
8. Nilai total *material balance* pada unit kominusi adalah 2.326,22 ton/jam dengan efektifitas 75,93 %.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini berjalan dibawah bimbingan Ibu Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si dan Bapak Ir. A. Taufik Arief, MS. selaku dosen jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih atas segala bimbingan, saran dan kritik selama pengerjaan tugas akhir ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada PT. Semen Padang (Persero) Tbk. Indarung, Sumatera Barat yang telah mendukung pelaksanaan penelitian sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] MMD Sizers (2008) *Green Mining Solutions Sizing Mineral Worldwide* (2013).
(<http://www.mmdsizers.com/>) diakses tanggal 8 April 2013, pukul 20.00 WIB.
- [2] FLSmIDTH (2010) *EV Hammer Impact Crusher* (2013).
(<http://www.flsmidth.com/>) diakses tanggal 10 April 2013, pukul 20.00 WIB.
- [3] Hartman, HL. (1987) *Introductory Mining Engineering*, A.Wiley-Interscience Publication, John Willey and Sons, New York.
- [4] Gaudin, AM. (1939) *Principles of Mineral Dressing*, Mc. Graw Hill Book Company Inc, New York.
- [5] Taggart AF. (1987) *Hand Book of Mineral Dressing*, John Willey and Sons, New York.
- [6] King, R.P. (2001) *Modeling & Simulation of Mineral Processing Systems*, Department of Metallurgical Engineering, University of Utah, USA.
- [7] Evertsson, C.M. and Bearman, R.A. (1997) *Investigation of interparticle breakage as applied to cone crushing*, Minerals Engineering, vol. 10, no. 2, February, pp. 199-214.
- [8] Metso Minerals (2008) *Crushing and Screening Handbook*, 3rd ed., Tampere: Metso Minerals).
- [9] Pryor A. EJ. (1965) *Reader In Mineral Dressing University of London*, Mining Publication, Salisbury House, London.
- [10] Wills, B.A. and T.J. Napier-Munn. (2006) *Minerral Processing Technology*, Elsevier Science And Technology Book, Queensland.