

BAB II DASAR TEORI

1.1. Batu Gamping

Batu gamping merupakan batuan sedimen yang mana sebagian besar terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit yang mempunyai sifat fisik berwarna putih, keras, dan berongga kecil, yang sangat reaktif pada asam (HCl). Tambang Batu gamping pada PT Semen Indonesia memiliki cadangan batu gamping sebesar 306.014.372 ton dengan luas area 797,4379 ha, yang berlokasi di Desa Temandang, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur, dimana setiap blok nya memiliki variasi yang berbeda. Variasi batu gamping tersebut memiliki 4 jenis kualitas dengan kadar yang berbeda, yaitu (Syaharani, 2019) :

1. *Peddel*, dengan kadar kalsium oksida (CaO) sebesar 45%
2. *Low Grade*, mempunyai kadar kalsium oksida (CaO) yang kurang dari 50%.
3. *Medium Grade*, memiliki kadar kalsium oksida (CaO) yang lebih besar dari 55%
4. Dolomit, dengan kadar kandungan magnesium oksida (MgO) lebih besar dari 18%

1.2. Penambangan Batu Gamping

Kegiatan penambangan pada PT Semen Indonesia dilakukan dengan sistem penambangan terbuka atau dengan metode quarry. Tahap kegiatan penambangan di PT Semen Indonesia terbagi menjadi 4 tahapan yaitu:

1.2.1. Pembongkaran

Pembongkaran batu gamping dilakukan dengan cara pemboran dan peledakan. Adapun alat bor yang digunakan adalah alat bor yang berjenis putar tumbuk FRD Furukawa HCR900-dsll dan Crawler Rock Drill (CRD) Atlas Copco dengan posisi lubang ledak yang vertikal. Selanjutnya dilakukan peledakan, dengan pola peledakan staggered pattern dengan kedalaman lubang ledak 9 meter, setiap lubang ledak berdiameter 3 meter.

1.2.2. Penggerukan Dan Pemuatan

Pada tahap penggerukan dan pemuatan alat yang digunakan adalah excavator (backhoe). Dan tipe yang digunakan adalah komatsu PC 400 kegiatan ini dilakukan oleh kontraktor dari PT United Tractors Semen Gresik (UTSG).

1.2.3. Pengangkutan

Hasil dari peledakan batu gamping tersebut kemudian diangkut menuju ke unit peremukan dengan menggunakan alat angkut yaitu *Dump Truck* tipe scania P360 dengan kapasitas angkut maksimal 30 ton, kegiatan ini dilakukan oleh kontraktor dari PT United Tractors Semen Gresik (UTSG)..

1.3. Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan bahan galian adalah istilah umum yang dipergunakan untuk proses pengolahan bahan galian atau mineral yang berasal dari endapan-endapan yang terdapat di alam atau kulit bumi, untuk kemudian dipisahkan menjadi produk-produk berupa macam yang menjadi mineral berharga mineral berharga dan sisanya dianggap sebagai mineral kurang berharga, yang terdapat bersamasama dalam alam (Abbas dkk., 2021).

1.3.1. Proses Peremukan Batu Gamping

Merupakan proses mereduksi ukuran butir sehingga menjadi lebih kecil dari ukuran semula. Hal ini dapat dilakukan dengan *crushing* dan *grinding* digunakan untuk proses basah dan kering, sedangkan *crushing* digunakan untuk proses kering saja. Selain itu untuk mereduksi ukuran butir, kominusi dimaksudkan juga untuk meliberasikan bijih, yaitu proses melepas mineral tersebut dari ikatan yang merupakan mineral pengganggu.

Proses peremukan Batu Gamping di PT Semen Indonesia dilakukan dalam berbagai tahap, tahap pertama material hasil peledakan, dari lapangan dengan ukuran maksimal 120 cm kemudian di angkut menggunakan *dump truck* dan material ditumpahkan ke dalam *hopper* dan langsung masuk ke *feeder*. selanjutnya *feeder* mengumpan material yang berukuran lebih besar dari 10-15 cm masuk ke *hammer mill* untuk di hancurkan menjadi material yang lebih kecil ukurannya.

Yang mana untuk material dengan ukuran lebih kecil dari 10-15 cm akan di loloskan melalui sela sela *feeder* tersebut. Proses selanjutnya yaitu matrial hasil dari *hummer mill* dan material yang lolos dari sela-sela *feeder* akan jatuh atau tertampung pada *belt conveyor* yang selanjutnya di alirkan menuju penampungan sementara atau *stockpile*.

1.3.2. Alat atau Bagian – Bagian Dari Unit Crushing Plant

Macam peralatan yang digunakan pada proses peremukan batu Gamping adalah:

1. *Hopper*

Hopper adalah alat yang digunakan untuk menampung sementara bahan galian yang akan dilakukan proses peremukan. *hopper* terbuat dari baja pada dinding dindingnya yang tahan terhadap korosi dan terhindar dari kerusakan akibat gesekan dan benturan dari batu kapur, kapasitas *hopper* dapat dihitung dengan rumus seperti di bawah ini (disya syaharani 2019):

$$V = \frac{(P2 \times A2) + (P1 \times A1)}{2} \times T$$

Keterangan :

V = Volume (m³)

P1 = Panjang bawah (m)

P2 = Panjang atas (m)

A1 = Lebar bawah (m)

A2 = Lebar atas (m)

T = Tinggi (m)

Setelah volume *hopper* diketahui maka kapasitas *hopper* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$K = V_h \times Bi$$

Keterangan :

K = Kapasitas *Hopper* (ton)

V_h = Volume Hopper (m^3)

B_i = Bobot isi material berai (ton/m^3)

2. *Wobbler Feeder*

Feeder adalah alat yang digunakan sebagai alat pengumpan yang berfungsi membantu atau mengatur keluarnya material umpan dari hopper yang akan masuk kedalam alat peremuk.

3. *Hammer mill*

Merupakan bagian utama peremuk batu kapur yang telah disaring wobbler feeder. Batu kapur dengan ukuran besar dengan maksimum 1200 x 1200 mm yang kemudian di pecahkan oleh hammer mill menjadi ukuran 75-100 mm. Hammer mill yang terpasang di unit crusher yang terdiri dari tiga baris dan masing-masing baris terdiri dari 6 buah hammer. Penggerak utama dari hammer mill ini adalah motor induksi dengan sebesar 1072 KW dengan dirumpu pada dua buah roller bearing. Adapun prinsip kerja dari alat peremuk batu kapur jenis hammer mill ini adalah (Disya Syaharani 2019):

1. Hammer mill dapat bekerja dengan prinsip material yang masuk dapat di hancurkan dengan di giling.
2. Dimana alat yang digunakan terdiri dari beberapa pemukul yang berbentuk seperti palu yang terdapat di bagian poros dan bagian breaker plate. Jika material masuk melalui feed atas maka material tersebut akan dipecahkan oleh sejumlah palu yang berputar dengan kecepatan tinggi dan dihipit oleh *breaker plate*.
3. Sejumlah palu pemukul akan memukul material sampai hancur yang di tahan oleh breaker plate sampai menjadi ukuran yang lebih kecil. Kemudian akan melewati ayakan bagian bawah untuk menyaring produk yang sudah hancur.

4. *Belt conveyor*

Belt conveyor merupakan seperangkat alat transportasi yang berguna untuk memindahkan material ke suatu tempat pengolahan berikutnya, untuk mempermudah dan mempercepat pengolahan dari hammer crusher menuju stockpile (disya syaharani 2019).

1. *Sistem Kerja Belt Conveyor*

Belt conveyor digerakkan oleh motor penggerak yang dipasang pada head pulley. Sabuk akan kembali ke tempat semula karena digerakkan oleh pulley awal dan pulley akhir. Material didistribusikan melalui pengumpan dan akan dibawa oleh sabuk berjalan dan berakhir pada head pulley. Pada saat proses kerja dari unit peremuk dimulai, belt conveyor harus bergerak terlebih dahulu sebelum alat peremuk bekerja. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kelebihan muatan pada sabuk. Belt conveyor sebagai salah satu bagian dari alat transportasi untuk mengangkut material produk akhir dari proses peremukan ke tempat pengolahan selanjutnya.

2. *Kapasitas Belt Conveyor*

Menurut buku “Belt Conveyor For Bulk Material”, kapasitas nyata dari sabuk berjalan dapat diketahui dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = W \times V \times 3600$$

Keterangan:

Q = Kapasitas Conveyor (ton/jam)

W = Berat material dalam panjang 1 m (ton)

V = Kecepatan belt (m/s)

Selain itu, perhitungan kapasitas nyata belt conveyor dapat

menggunakan rumus (jika satuan kecepatan belt (m/menit)).

$$Q = \frac{60 \times W \times V}{1000}$$

Dimana:

Q = Kapasitas nyata belt conveyor (ton/jam)

W = Berat conto yang diambil (kg/m^2)

V = Kecepatan nyata (m/menit)

3. *Surge bin*

Surge bin merupakan tempat penampungan material sementara dengan kapasitas 500 ton agar suplay material berjalan secara kontinyu atau tidak terlambat menuju proses selanjutnya.karena faktor alat angkut yang sering terlambat mengangkut material dari lapangan.

4. *Chute*

Chute merupakan suatu komponen alat yang berada di ujung belt conveyor yang berfungsi untuk mengatur penumpahan material pada satu titik.Atau alat untuk memindahlan aliran material batu gamping dari satu conveyor ke conveyor lainnya untuk mengurangi material yang sering mengalami peumpukan.sistem kerja dari alat ini yaitu dengan memindahkan material dari satu titik ke titik lainnya dengan gaya grafitasi.

5. *Tripper conveyor*

Tripper conveyor merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menyalurkan material kedalam tempat penyimpanan atau stock pile masing masing yang terpisah satu sama lain.sistem kerja alata ini adalah dengan sistem pemograman yang di kontrol langsung dari ruang kontrol yang memberi perintah atau monitoring program.lalu

sistem pemograman akan mengatur agar alat tersebut berjalan secara otomatis sesuai pada posisi yang diinginkan. Alat ini bergerak otomatis secara bolak – balik ke arah kanan atau kiri terlebih dahulu sesuai yang diinginkan untuk menjatuhkan material pada storage atau stock pile.

1.4. Proses Kerja Alat Pendukung

1. *Excavator*

Excavator adalah alat dari golongan shovel yang khusus dibuat untuk menggali dan mengangkat material di bawah permukaan tanah atau di bawah tempat kedudukan alatnya. Siklus pekerjaan yang dilakukan terdiri dari 4 gerakan dasar yaitu: menggali, memutar dalam keadaan isi, menumpahkan muatan, memutar kembali ke posisi semula (Simanjuntak dan Ferrari, 2013). Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung produktivitas excavator yaitu:

$$P = \frac{3600 \times H \times I}{CT}$$

Keterangan :

P = Produktivitas

H = Kapasitas bucket

I = Swell faktor

CT = Waktu edar alat gali muat excavator (detik)

2. *Dump Truck*

Dump Truck adalah sebuah alat pengangkut material dari jarak sedang hingga jauh, dimana material yang dibawa oleh dump truck dapat diisikan oleh excavator, wheel loader, maupun shovel (Rasma and Basri, 2019). Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung produktivitas edar alat gali angkut yaitu:

$$P = \frac{n \times KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

Keterangan :

P = Produktivitas Dump Truck (ton/jam)

n = Jumlah Pengisian

KB = Kapasitas bucket

E = Effisiensi kerja

FB = Factor bucket

SF = Swell faktor

CT = Waktu edar gali-muat excavator (detik)

1.5. Ketersediaan Alat Unit *Crushing Plant*.

Untuk menghitung nilai ketersediaan alat dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus.

1. Rumus menghitung Kesiediaan Mekanis (*Mechanical of Availability*)

Merupakan perhitungan yang menunjukkan ketersediaan alat dengan memperhitungkan waktu yang hilang karena perbaikan kerusakan alat/mesin, dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\%$$

Dimana :

W = Jumlah jam kerja, yaitu waktu yang dibebankan kepada suatu alat yang di dalam kondisi yang dapat dioperasikan, artinya tidak rusak. Waktu ini meliputi pula tiap hambatan (*delay time*) yang ada.

R = Jumlah jam untuk perbaikan dan waktu yang hilang karena menunggu saat perbaikan termasuk juga waktu untuk penyediaan suku cabang serta waktu untuk perawatan *preventif*.

2. Rumus menghitung Ketersediaan Fisik (*Physical of Availability*)

Physical Availability merupakan perhitungan untuk menunjukkan hilangnya waktu kerja alat yang diakibatkan oleh hal selain kerusakan alat/mesin, kesediaan fisik pada umumnya selalu lebih besar dari pada kesediaan mekanis, dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\%$$

Dimana :

S = Jumlah jam suatu alat yang tidak dapat dipergunakan, akan tetapi alat tersebut tidak dalam keadaan rusak dan siap untuk di operasikan.

3. Rumus menghitung Kesediaan penggunaan (*use of Availability*) Kesediaan Penggunaan menunjukkan berapa persen (%) dari seluruh waktu yang dipergunakan oleh suatu alat yang beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan (tidak rusak), dinyatakan dengan persamaan:

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100\%$$

4. Rumus menghitung Penggunaan Efektif (*Effective of Utilization*) Penggunaan efektif menunjukkan berapa persen (%) dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dipergunakan untuk kerja produktif, dinyatakan dengan persamaan :

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

Dimana :

W = Jumlah jam kerja alat

S = Jumlah jam kerja alat tidak beroperasi, alat dalam kondisi siap

R = Jumlah jam kerja yang digunakan untuk perbaikan

1.6. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan perbandingan waktu kerja efektif dengan waktu

yang tersedia. Waktu yang di gunakan adalah waktu untuk produksi berartri ada kehilangan waktu yang di sebabkan oleh adanya hambatan hambatan selama jam kerja .Waktu hambatan merupakan suatu gangguan atau penyebab yang dapat menyebabkan terhambatny asuatu kegiatan didalam sebuah perusahaan dan industri.

Untuk menghitung waktu hambatan dapat dihitung dengan menghitung waktu kerja efektif dan efisiensi waktu kerja:-menghitung hambatan yang ada maka jam kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus (disya syaharani 2019):

$$We = Wt - (Wn + Wu)$$

Dimana :

We = Waktu kerja efektif

Wt = Waktu kerja yang tersedia

Wn = Waktu hambatan karena factor Alat

Wu = Waktu hambatan karena manusia

- Waktu kerja produksi efektif yang diperoleh digunakan untuk menghitung efisiensi kerja dengan rumus :

$$E = \frac{We}{Wt} \times 100\%$$

Dimana :

E = Efisiensi kerja (%)

We = Waktu produksi efektif perhari

Wt = Waktu kerja yang tersedia perhari

1.7. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Unit *Crushing plant*

Hambatan hambatan yang sering terjadi pada proses peremukan batu gamping adalah sebagai berikut.

1.7.1. Kerja Alat Support

Alat support adalah alat yang berperan penting pada area penambangan untuk melakukan aktivitas umpan pada unit crushing plant.

2.7.2 Supply Batu Kapur

Supply batu kapur merupakan salah satu peranan penting dalam proses pengolahan karena tanpa batu kapur yang di bawah oleh alat angkut maka proses pengolahan tidak dapat berjalan.

2.7.3 Ukuran material umpan

Ukuran material umpan untuk mencapai produk yang baik pada proses peremukan disesuaikan dengan kapasitas ukuran material umpan pada alat peremuk. Jika ukuran material melebihi ukuran maksimum akan menghambat material umpan lain untuk masuk.

2.7.4 Reduction Ratio (RR)

Hambatan berhubungan erat dengan ukuran material mulai dari ukuran material umpan hingga ukuran material mejandi produk yang diinginkan. Nilai ini merupakan perbandingan antara ukuran paling besar umpan dengan ukuran terbesar produk pada unit peremuk. Keberhasilan dalam proses peremukan dapat dilihat dari nilai reduction ratio, karena nilai tersebut di tentukan dari kemampuan unit peremuk untuk mereduksi ukuran material yang di remukan. Dimana semakin besar nilai reduction ratio maka akan semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh alat peremuk untuk mereduksi suatu material sehingga dapat mempengaruhi besarnya hasil produksi pada alat tersebut. Nilai RR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\boxed{RR = \frac{Tf}{\Phi}}$$

Dimana :

RR = Reducton Ratio

Tf = Ukuran terbesar

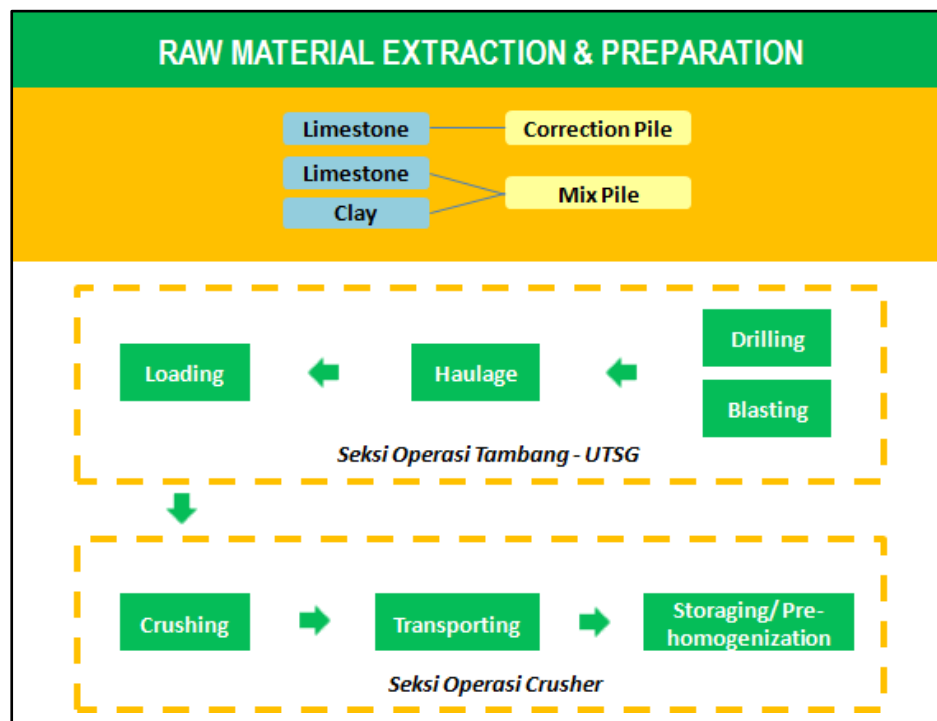
material umpan Tp =

Ukuran terbesar material

produk

2.9 Diagram Alur Pengolahan pada PT. Semen Indonesia

Berikut adalah proses dari penambangan sampai pengolahan bahan baku dimana batu gamping dan tanah liat sebagai bahan utama pembuatan semen. Proses penambangan dimulai dari pemboran dan peledakan selanjutnya bahan baku diangkut dan dimuat menuju crusher dan dibawa menuju storaging.



Gambar 2. 1 Diagram alur pada PT. Semen Indonesia