

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Batuan Andesit**

Andesit merupakan salah satu jenis batuan beku yang terbentuk secara ekstrusif melalui proses pembekuan/kristalisasi magma pada temperatur antara 900°C - 1.100°C. Pada umumnya mineral yang terkandung dalam batuan andesit memiliki karakteristik berbutir halus, komposisi mineralnya sama dengan diorit dan memiliki warna kelabu. Di Indonesia, penyebaran batuan andesit biasanya dalam bentuk lava maupun piroklastik.

Adapun kandungan mineral yang ada di dalam batuan andesit berupa silika (SiO<sub>2</sub>) 52% - 63%, kuarsa sekitar 20%, *biotite*, *pyroxene* dan *hornblende*. Batuan andesit pada umumnya berbentuk kristalin dan mineral-mineral yang dikandung bersifat mikroskopis (berbutir sangat kecil) sehingga memerlukan alat bantu mikroskop untuk mendeskripsikan mineral yang terkandung.

Pemanfaatan andesit biasanya digunakan dalam sektor konstruksi terutama pada bidang infrastruktur seperti gedung, landasan terbang, jembatan, maupun sarana transportasi lainnya. Berdasarkan pemanfaatannya maka ukuran andesit akan disesuaikan dengan ukuran-ukuran tertentu melalui proses pengolahan sesuai dengan kebutuhan.

#### **3.2 Pengolahan Bahan Galian (*Mineral Dressing*)**

Pengolahan bahan galian hasil penambangan dilakukan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan penjualan. Untuk jenis bahan galian bijih, pengolahan bahan galian dilakukan dengan tujuan memisahkan antara mineral yang secara ekonomis

memiliki harga jual (konsentrat) dengan material pengotor yang secara ekonomis tidak layak untuk dijual (*tailing*). Sedangkan pada bahan galian batuan, kegiatan pengolahan bahan galian biasanya dilakukan dengan tujuan mereduksi ukuran material hasil penambangan menjadi ukuran-ukuran tertentu.

### 3.2.1 Kominusi (*Comminution*)

Kominusi (*comminution*) merupakan langkah pertama yang dilakukan dalam proses pengolahan bahan galian dengan tujuan mereduksi ukuran butir menjadi lebih kecil dengan cara peremukan (*crushing*) yang menerapkan prinsip tumbukan maupun dengan cara penggerusan (*grinding*) yang menerapkan prinsip gerusan.

Adapun alat yang biasa digunakan dalam proses kominusi yaitu:

1. Cara peremukan : *jaw crusher, cone crusher, impact crusher*, dll.
2. Cara penggerusan : *ball mill, rod mill, semi autogenous mill (SAG)*, dll.

### 3.2.2 Penyeragaman Ukuran Butir (*Sizing*)

*Sizing* merupakan tahapan yang dilakukan dalam proses pengolahan bahan galian dengan prinsip pemisahan material berdasarkan ukuran material tertentu dengan memanfaatkan prinsip kerja saringan maupun ayakan agar ukuran material yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

Adapun alat yang biasa digunakan dalam proses *sizing* yaitu:

1. Saringan (*sieve*) : *sieve shaker, wet and dry sieving, hand sieve*, dll.
2. Ayakan (*screen*) : *vibrating screen, shaking screen, stationary grizzly*, dll.

### 3.2.3 Peningkatan Kadar atau Konsentrasi (*Concentration*)

*Concentration* merupakan tahapan yang dilakukan dalam proses pengolahan bahan galian logam dengan tujuan mengolah mutu atau kadar yang rendah (*marginal*) sehingga dapat diambil atau diekstrak logamnya.

Adapun beberapa cara proses konsentrasi berdasarkan sifat fisik yaitu sebagai berikut:

1. Konsentrasi gravimetri, dilakukan dengan cara pemisahan konsentrat dengan pengotor berdasarkan gaya berat.
2. Konsentrasi magnetis, dilakukan dengan cara pemisahan konsentrat dengan pengotor berdasarkan sifat kemagnetan.
3. Konsentrasi elektrostatis, dilakukan dengan cara pemisahan konsentrat dengan pengotor berdasarkan sifat kelistrikan (kemampuan dalam menghantar listrik).
4. Konsentrasi flotasi, dilakukan dengan cara pemisahan konsentrat dengan pengotor berdasarkan sifat fisik permukaan mineral.

#### 3.2.4 *Dewatering*

Proses *dewatering* dilakukan dalam pengolahan bahan galian dengan tujuan mengurangi maupun menghilangkan kadar air yang terkandung di dalam material. Adapun beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar air yaitu:

1. Pengentalan (*Thickening*), dilakukan dengan prinsip konsentrat yang pekat akan mengendap di bagian bawah (*underflow*) dan yang encer akan mengalir di bagian atas (*overflow*).
2. Penapisan (*Filtration*), dilakukan dengan prinsip material yang pekat akan dimasukkan ke penapis yang selanjutnya air yang terkandung dalam material akan dihisap sehingga padatan dapat dipisahkan dari airnya.
3. Pengeringan (*Drying*), dilakukan dengan prinsip penguapan (evaporasi) yang disebabkan oleh adanya energi panas yang diberikan terhadap material yang mengandung kadar air.

### 3.3 **Gambaran Umum Pabrik Peremuk (*Crushing Plant*)**

Pabrik peremuk (*crushing plant*) merupakan suatu area pengolahan yang pada umumnya terdiri dari beberapa rangkaian alat yang digunakan dalam mengolah

serta mereduksi ukuran butir dan juga terdapat alat pendistribusian material (*conveyor*) yang digunakan sebagai sarana untuk menghantarkan material dari satu alat menuju alat lainnya. Selain alat peremuk (*crusher*) dan *conveyor*, terdapat juga alat penampungan seperti *hopper*, alat pengumpanan (*feeder*) dan alat untuk penyeragaman ukuran butir seperti *vibrating screen*.

Dalam proses reduksi ukuran butir (kominusi) pada suatu unit *crushing plant* pada umumnya dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu tahap *primary crushing*, *secondary crushing* dan *tertiary crushing*.

1. *Primary crushing*, tahap ini merupakan tahapan peremukan awal yang biasanya digunakan untuk mereduksi material hasil peledakan dari *site* tambang (ROM) yang berukuran +80 cm menjadi ukuran produk -15 cm yang nantinya akan diolah pada proses berikutnya. Adapun alat yang biasanya digunakan yaitu *jaw crusher* ataupun *gyratory crusher*.
2. *Secondary crushing*, tahap ini merupakan tahapan peremukan kedua untuk mereduksi ukuran batuan menjadi lebih kecil dari hasil peremukan tahapan pertama. Ukuran *feed* pada tahapan ini berkisar -15 cm hingga +5 cm, dengan ukuran produk -5 cm. Adapun alat yang biasanya digunakan yaitu *cone crusher*.
3. *Tertiary crushing*, tahap ini pada umumnya merupakan tahapan peremukan terakhir dengan ukuran *feed* -5 cm hingga +3 cm, dengan ukuran produk -3 cm. Adapun alat yang biasa digunakan yaitu *cone crusher*.

### 3.3.1 *Hopper*

*Hopper* merupakan salah satu alat yang digunakan sebagai tempat penampungan material *Run of Mine* (ROM) yang dipersiapkan untuk selanjutnya akan diolah pada suatu unit *crushing plant*. Desain *hopper* pada umumnya

disesuaikan dengan jumlah material yang akan ditampung, dan dibuat dari bahan plat baja.

Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan volume *hopper* berdasarkan bentuk *rectangular hopper (obelisk)* yaitu sebagai berikut:

$$V = \frac{H}{6} \times (ab + (4 \times [\frac{(a+A)}{2} \times \frac{(b+B)}{2}]) + AB) \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

V = Volume (m<sup>3</sup>)

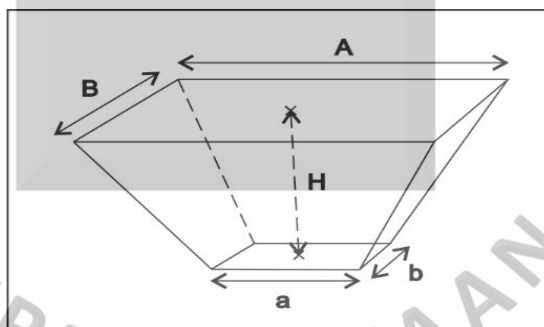
H = Tinggi (m)

A = Panjang Atas (m)

B = Lebar Atas (m)

a = Panjang Bawah (m)

b = Lebar Bawah (m)



Sumber : Harris, 1998

Gambar 3.1  
Sketsa *Rectangular Hopper (Obelisk)*

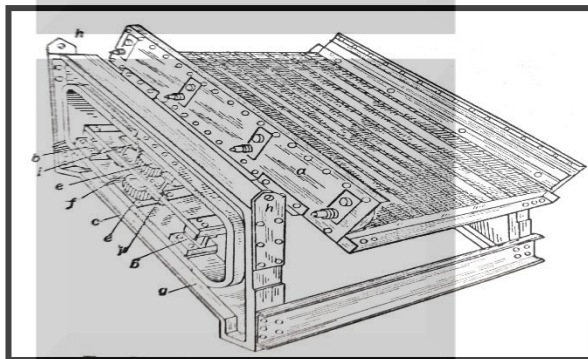
### 3.3.2 Feeder

*Feeder* merupakan salah satu alat yang digunakan sebagai alat pengumpan material dan berfungsi juga untuk mengatur aliran pengumpanan material dari *hopper* yang nantinya akan masuk ke dalam alat peremuk (*crusher*). Adapun beberapa tipe *feeder* yang pada umumnya digunakan yaitu sebagai berikut:

1. *Grizzly feeder*, merupakan salah satu jenis *feeder* yang bekerja lebih selektif dengan prinsip kerja material yang lolos (*undersize*) akan langsung masuk ke

*belt conveyor*, sedangkan material yang tidak lolos (*oversize*) akan masuk ke dalam alat *crusher*.

2. *Chain curtain feeder/ross feeder*, merupakan salah satu jenis *feeder* yang menggunakan rantai yang menjulur di bagian bawah *hopper* yang ditahan oleh lembaran baja dengan fungsi untuk mengontrol pengumpanan.
3. *Chain and flight feeder*, merupakan salah satu jenis *feeder* yang menggunakan rangkaian *flight* (batangan baja) dengan ketebalan dan jarak tertentu yang fungsinya sebagai pendorong material menuju *crusher*.
4. *Vibrating feeder*, merupakan salah satu jenis *feeder* yang proses pengumpanan material dengan memanfaatkan prinsip getaran.



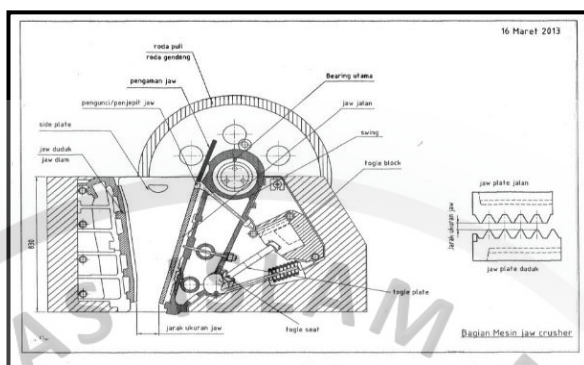
Sumber : Taggart, 1944

Gambar 3.2  
Feeder

### 3.3.3 Jaw Crusher

*Jaw crusher* merupakan salah satu jenis dari alat peremuk yang memiliki dua buah plat baja yang saling berhadap-hadapan yang terdiri dari dua rahang (*jaw*). Prinsip kerja dari alat ini yaitu salah satu sisi *jaw* dapat digerakkan (*swing*) dan satu sisi *jaw* yang tidak dapat digerakkan (*fixed*). Pergerakan *swing jaw* menyebabkan material yang masuk ke dalam alat *jaw crusher* akan mengalami tekanan akibat terhimpit dengan dua buah *jaw* (*swing* dan *fixed*) sehingga ukuran material akan tereduksi menjadi ukuran lebih kecil. Untuk menentukan ukuran hasil peremukan

tergantung pada *close set setting* yang diterapkan pada mulut pengeluaran *jaw crusher*.

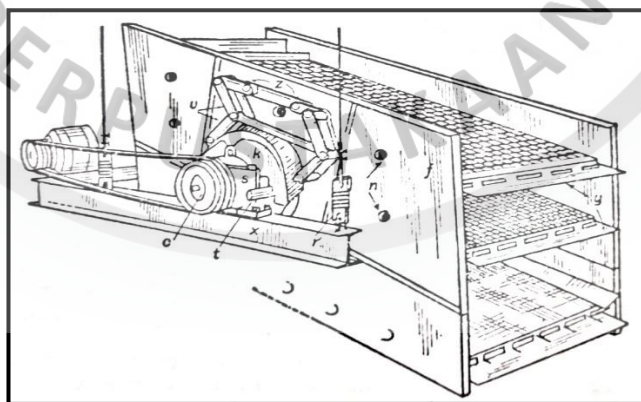


Sumber : Taggart, 1944

**Gambar 3.3**  
**Jaw Crusher**

### 3.3.4 Vibrating Screen

*Vibrating screen* merupakan salah satu jenis alat yang digunakan dalam proses penyeragaman ukuran butir (*sizing*). Adapun prinsip kerja *sizing* dengan menggunakan alat ini yaitu dengan memanfaatkan getaran dan ukuran saringan tertentu yang terdiri dari beberapa tingkatan (*deck*) sehingga material yang berukuran lebih besar akan tertahan (*oversize*) dan material yang berukuran lebih kecil dari lubang saringan akan lolos (*undersize*).



Sumber : Taggart, 1944

**Gambar 3.4**  
**Vibrating Screen**

### 3.3.5 Belt Conveyor

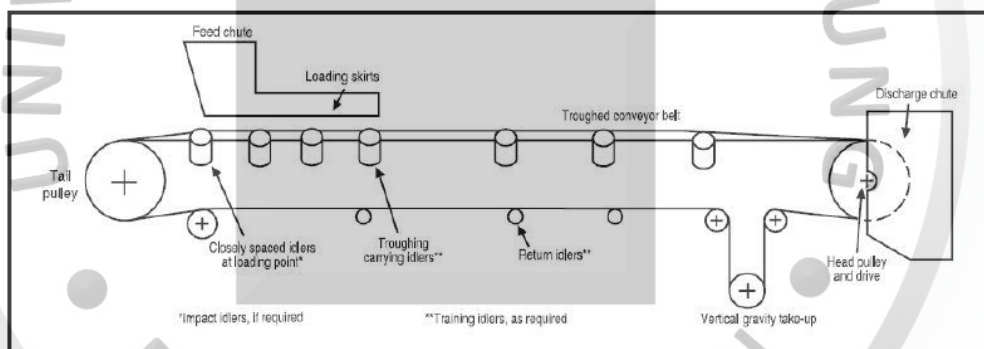
Sabuk berjalan (*belt conveyor*) merupakan suatu alat yang digunakan sebagai sarana untuk mendistribusikan material baik secara *horizontal* maupun terdapat sudut inklinasi tertentu. Pada area *crushing plant*, *belt conveyor* digunakan untuk mendistribusikan material dari satu alat ke alat lainnya demi melancarkan serta membantu dalam mengoptimalkan produksi. Prinsip kerja dari alat ini yaitu dapat mengalirkan material dengan memanfaatkan putaran motor penggerak yang terhubung dengan sebuah *pulley* penggerak (*drive pulley*) sehingga sabuk (*belt*) dapat mengalir mengikuti putaran dari *pulley* tersebut. Untuk membantu kelancaran aliran *belt* serta meringankan beban dan putaran yang dialami oleh *belt conveyor* maka terdapat *carrying idler/roller* penggerak dan *return idler/roller* balikan (*return*).

Dalam satu unit *belt conveyor* terdiri dari beberapa bagian penyusun beserta fungsinya yaitu sebagai berikut:

1. *Belt*, merupakan suatu media yang terbuat dari bahan *metal belt* maupun *textile* yang digunakan sebagai wadah dari material yang akan diangkut.
2. *Idler/Roller (carrying and return)*, merupakan suatu alat yang berbentuk silinder dengan fungsi sebagai penyangga *belt* dan membantu memperlancar aliran *belt* dalam mendistribusikan material.
3. *Head/Drive Pulley*, merupakan *pulley* yang terhubung langsung dengan *gearbox* dan berfungsi sebagai *pulley* penggerak yang menggerakkan *belt conveyor*.
4. *Tail Pulley*, merupakan *pulley* yang terletak di ujung belakang *belt conveyor* dan berputar mengikuti gerakan *belt* tanpa terhubung langsung dengan motor penggerak.



5. *Take-up Pulley*, merupakan *pulley* yang dikombinasikan dengan sistem *take-up* yang berfungsi sebagai penyeimbang dari tegangan yang dialami oleh *belt conveyor*.
6. *Feed Chute*, merupakan suatu cawan yang berfungsi sebagai alat untuk mencurahkan material ke atas *belt conveyor*.
7. *Loading Skirt*, merupakan suatu alat yang dipasang dengan tujuan untuk membentuk *profile* tumpukan dan menstabilkan tumpukan material.
8. *Frame*, merupakan suatu kerangka baja yang menjadi landasan/pondasi dari suatu unit *belt conveyor*.
9. *Belt Cleaner*, merupakan suatu alat yang digunakan sebagai pembersih *belt* dari material yang menempel pada *belt* tersebut.



Sumber : Kulinowski, 2007

Gambar 3.5  
Bagian-Bagian *Belt Conveyor*

### 3.3.5.1 Kapasitas Produksi *Belt Conveyor*

Kapasitas produksi *belt conveyor* dapat diperhitungkan dengan menggunakan metode *belt cut* dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_A = W \times V \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

$Q_A$  = Kapasitas produksi *belt cut* (ton/jam)

$W$  = Berat sampel (ton/m)

$V$  = Kecepatan *belt conveyor* (m/jam)

### 3.4 Efisiensi Kerja

Menurut Partanto Prodjosumarto (1993), efisiensi kerja merupakan perbandingan antara waktu efektif dengan waktu produktif yang tersedia, dinyatakan dalam persen (%). Beberapa pengertian yang dapat menunjukkan keadaan alat mekanis dan efektivitas penggunaannya antara lain sebagai berikut:

#### 3.4.1 *Availability Index (A.I.)*

*Availability index* atau *mechanical availability* merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan.

$$A.I. = \frac{W}{W + R} \times 100\% \dots\dots\dots (3.3)$$

#### 3.4.2 *Physical Availability (P.A.)*

Merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. P.A pada umumnya selalu lebih besar daripada A.I, dan tingkat efisiensi dari sebuah alat mekanis naik jika angka P.A mendekati angka A.I.

$$P.A. = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$

#### 3.4.3 *Use of Availability (U.A.)*

Menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan (*available*). Angka U.A biasanya dapat memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang tidak sedang rusak dapat dimanfaatkan. Hal ini dapat menjadi ukuran seberapa baik pengelolaan peralatan yang dipergunakan.

$$U.A. = \frac{W}{W + S} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

#### 3.4.4 *Effective Utilization (E.U.)*

Menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. *Effective utilization* sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja.

$$E.U. = \frac{W}{W + R + S} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan:

W = *working hours* atau jumlah jam kerja alat (jam)

R = *repair hours* atau jumlah jam untuk perbaikan (jam)

S = *standby hours* atau jumlah jam suatu alat yang tidak dipergunakan pada hal alat tersebut tidak rusak dan dalam keadaan siap beroperasi (jam)

#### 3.5 *Losses Materials*

*Losses materials* merupakan jumlah material yang hilang pada saat proses pengolahan maupun saat pendistribusian material sehingga jumlah material yang keluar jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah material yang masuk. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu kondisi alat yang kurang baik maupun kondisi material yang basah sehingga menyebabkan material menempel pada alat pengolahan maupun pada alat pendistribusian (*belt conveyor*).

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung jumlah material yang hilang (*losses materials*) yaitu sebagai berikut:

$$Losses\ Materials = Q_{in} - Q_{out} \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan:

*Losses Materials* = Jumlah kehilangan material (ton/jam)

$Q_{in}$  = Material yang masuk (ton/jam)

$Q_{out}$  = Material yang keluar (ton/jam)

### 3.6 *Reduction Ratio (RR)*

*Reduction ratio* pada umumnya didefinisikan sebagai rasio perbandingan ukuran umpan (*feed*) terhadap ukuran produkta dalam setiap kegiatan *crushing*. *Reduction ratio* juga dapat digunakan sebagai indikator dalam menentukan efisiensi alat *crusher* dalam melakukan kegiatan penghancuran material (Taggart, 1944). Adapun rumus yang digunakan dalam penentuan nilai *reduction ratio* yaitu sebagai berikut:

$$RR = \frac{\text{Panjang Feed (cm)}}{\text{Panjang Produkta (cm)}} \dots\dots\dots (3.8)$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai *reduction ratio* dapat diklasifikasikan seperti pada Tabel 3.1:

**Tabel 3.1**  
**Klasifikasi *Reduction Ratio***

<i>Reduction Ratio</i>	Kategori
1-2	Buruk
2-4	Sedang
>4	Baik

Sumber : Taggart, 1944