

# ALAT INDUSTRI KIMIA

Ir. Luluk Edahwati, MT

# ALAT INDUSTRI KIMIA

**Penulis** : Ir. Luluk Edahwati, MT

**Diset dengan** : MS - Word Font Arial 11 pt.

**Halaman Isi** : 94

**Ukuran Buku** : 16.5 x 23 cm

**Cetakan I** : 2009

**Penerbit** : UPN Press

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang, Dilarang keras menerjemahkan, memfotocopi atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit

---

ISBN : 978-602-8915-38-0

---

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah kami persembahkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. Atas terbitnya buku Alat Industri Kimia dalam rangka memenuhi khazanah ilmu pengetahuan. Buku ini kami susun dari pengalaman lapangan yang telah kami peroleh selama ini dan dikombinasikan dengan teori dari berbagai narasumber.

Kami mencoba menyusun dan menulis buku ini selengkap mungkin. Namun kami menyadari bahwa karya kami ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karenanya, jika ada kesalahan atau kekurangan, baik dalam hal materi, cara penyajian, bahasa maupun contoh-contoh kasus, kami mohon maaf. Harapan kami sudilah kiranya pembaca yang budiman, para rekan-rekan pengajar, praktisi dan adik-adik mahasiswa untuk mengoreksi dan mengkritisi isi buku ini. Kritik dan saran dari berbagai pihak merupakan suatu penghormatan bagi kami dalam rangka kesempurnaan buku ini lebih lanjut.

Dalam kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah banyak membantu, baik dalam hal penyediaan bahan materi, dorongan moril atau hal-hal lainnya yang telah turut melahirkan buku ini.

Surabaya, Januari 2009

# BAB I

## CRUSHER

Di antara segala macam bentuk dan ukuran yang mungkin ditemukan pada zat padat, bentuk yang paling penting dari sudut pandangan kimia teknik ialah partikel – partikel halus. Pemahaman mengenai karakteristik massa zat padat butiran sangat penting dalam perancangan proses dan peralatan yang diperlukan untuk menangani arus yang mengandung zat padat.

### **Karakteristik Partikel Zat Padat**

Partikel zat padat secara individu dikarakteristikan dengan ukuran, bentuk, dan densitasnya. Partikel zat padat homogen mempunyai densitas yang sama dengan bahan bongkahan. Partikel – partikel yang didapatkan dengan memecahkan zat padat campuran, misalnya bijih yang mengandung logam, mempunyai berbagai densitas, biasanya mempunyai densitas yang berbeda dari bahan lindaknya. Untuk partikel yang bentuknya beraturan, misalnya yang berbentuk bola dan kubus, bentuk dan ukurannya dapat dinyatakan dengan mudah. Tetapi partikel yang bentuknya tak beraturan (seperti butir – butir pasir dan serpih mika), istilah ukuran (size) dan bentuk (shape) tidak begitu jelas dan harus didefinisikan secara acak.

## **Pemecahan dan Penghalusan Zat Padat**

Istilah pemecahan dan penghalusan zat padat (*size reduction*) meliputi semua cara yang digunakan dimana partikel zat padat dipotong dan dipecahkan menjadi kepingan – kepingan yang lebih kecil. Di dalam industri pengolahan, zat padat diperkecil dengan berbagai cara yang sesuai dengan tujuannya yang berbeda – beda pula. Bongkah – bongkah biji mentah dihancurkan menjadi ukuran yang lebih mudah ditangani bahan kimia sintesis digiling menjadi tepung; lembaran – lembaran plastik dipotong – potong menjadi kubus – kubus atau ketupat – ketupat kecil. Produk – produk komersial biasanya harus memenuhi spesifikasi yang sangat ketat dalam hal ukuran maupun bentuk partikel – pertikelnya menyebabkan reaktivitas zat padat itu meningkat; pemecahan itu juga memungkinkan pemisahan komponen yang tidak dikehendaki dengan cara mekanik.

*Size Reduction* adalah suatu metode atau cara pemecahan material (partikel) solid dengan jalan menghubungkan secara langsung antara material (partikel) yang satu dengan yang lain atau antara partikel dengan suatu bagian alat yang digerakkan dengan mesin.

Tujuan *Size Reduction* yaitu:

1. Untuk menghasilkan partikel-partikel solid dengan ukuran tertentu atau menghasilkan permukaan partikel yang spesifik.
2. Untuk memecahkan bagian-bagian mineral atau kristal dari senyawa kimia yang kompleks dalam bentuk padatan atau ukuran tertentu.

Ukuran *Size Reduction* yang komersial atau umum adalah sebagai berikut:

1. *COARSE SIZE REDUCTION*, yaitu *size reduction* untuk material-material yang kasar dengan ukuran feed antara 2 – 96 inch atau lebih.
2. *INTERMEDIATE SIZE REDUCTION*, yaitu *size reduction* untuk material-material yang sedang dengan ukuran feed 1 – 3 inch.
3. *FINE SIZE REDUCTION*, yaitu *size reduction* untuk material-material yang halus dengan ukuran feed 0,25 – 0,5 inch.

4 cara umum yang dipakai untuk memecahkan material pertikel solid:

1. *Compression* (penekanan), dipakai untuk pemecahan partikel dengan ukuran besar, kasar dan keras.
2. *Impact* (pemukulan), dipakai untuk menghasilkan produk yang berukuran sedang atau medium.
3. *Attrition* (benturan), dipakai untuk partikel yang halus dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang berbentuk powder.
4. *Cutting* (pemotongan), dipakai untuk menghasilkan produk yang besar dan panjangnya tertentu.

Peralatan-peralatan *Size Reduction* adalah:

- a. *Crusher* : umumnya untuk memecah material-material yang besar/ bongkahan-bongkahan besar atau keras menjadi material dengan ukuran yang lebih kecil.
- b. *Primary Crusher* : untuk menghasilkan material dengan ukuran 6 – 10 inch diameter.
- c. *Secondary Crusher* : untuk menghasilkan material dengan ukuran  $\frac{1}{4}$  inch diameter.

Yang membedakan mesin-mesin (peralatan) *Size Reduction* adalah umpan.

Berdasarkan jenisnya, bahan dibedakan menjadi:

- a. Bahan keras : batu kapur, karang, batu.
- b. Bahan lunak : batu bara, gips, es, kapur, tanah liat. (yang dibuat untuk membuat batu tanur.)

Pembagian alat *Size Reduction* berdasarkan jenis bahan:

1. Untuk bahan keras : *Jaw Crusher* dan *Gyratory Crusher*.
2. Untuk bahan lunak : *Brodford Breaker* (batu bara), *Tooth Roll Crusher* (gips, es, batu bara), *Hammer Mill* (batu bara, bahan-bahan yang berserat).

Pembagian alat *Size Reduction* berdasarkan bahan yang diumpankan:

1. Umpan kasar : *Jaw Crusher*, *Gyratory Crusher*.
2. Umpan sedang : *Cone Crusher*, *Crushing Roll*.
3. Umpan halus : *Ball Mill*, *Bawl Mill*, *Grade Mill*, *Rod Mill*, *Tube Mill*.

Mengecilnya bahan-bahan disebabkan oleh :

- gesekan antar bahan.
- kerja mekanis akibat tekanan ataupun akibat tertimpa bahan semisal, bola-bola logam

Kadar air yang akan diperkecil ukurannya dengan *crusher* mempunyai kadar air 3-4%.

Bila > 4% akan menimbulkan lengket pada gigi *crusher*, kecuali memang disengaja untuk menghasilkan bahan yang halus, bahan justru mengandung air > 50%.

Kondisi operasi :

a. *Closed Circuit Operation*

Jika bahan setelah keluar, masuk lagi hingga diperlukan beberapa kali dikenakan kerja mekanis sebelum bahan itu memenuhi syarat untuk keluar.

b. *Open Circuit Operation*

Jika bahan setelah proses langsung keluar.

### Jaw Crusher



*Jaw crusher* (rahang penghancur) dibagi menjadi 3 buah kelompok utama yaitu:

1. *Jaw crusher system Blake*
2. *Jaw crusher system Dodge*
3. *Jaw crusher system overhead eccentric*

Dari ketiga jenis sistem yang digunakan pada *jaw crusher* terdapat perbedaan yaitu:

- a. System blake; dengan rahang penghancur yang dapat dipindah-pindahkan memiliki poros/titik engsel berada diatas yang memberikan pergerakan terbesar kepada bongkahan/ umpan paling kecil.
- b. System dodge; dengan rahang penghancur yang dapat dipindah-pindahkan memiliki poros/titik engsel berada di bawah sehingga memberikan pergerakan terbesar kepada bongkahan/umpan paling besar,
- c. System overhead eccentric;

## **A. Blake Jaw Crusher System**

*Blake Jaw Crusher* banyak dipakai dalam dunia industri dengan kapasitas produksi kurang lebih 7 ton/jam. Namun untuk lebih jelasnya performa data dari Jaw crusher system Blake dapat dilihat pada table 8-8(R.H Perry CEH sec.8)

*Blake Jaw Crusher* ini memiliki suatu rahang penghancur yang bergerak/dapat dipindah-pindahkan yang berupa plat penghancur,berbentuk seperti kerutan/ berombak-ombak dan tetap pada posisi yang vertikal dengan sudut yang tepat pula, terikat pada suatu rahang terayun yang terhubung dengan tangkai yang diam didalam sisi bingkai/kerangka. Pergerakannya akan sempurna dengan suatu kerja dari sendi engsel yang bergerak naik turun dari tangkai kedua yang dibawa oleh tangkai eksentrik serta pergerakan yang vertikal pula yang dihubungkan secara horizontal oleh rahang dengan dua plat atau toggle. Dengan kata lain suatu eksentrik menggerakkan batang yang dihubungkan dengan 2 toggle, toggle yang satu dipakukan pada kerangka dan satu lagi ke rahang ayun, titik pivot terletak pada bagian atas rahang gerak/ diatas kedua rahang pada garis tengah bukaan rahang.

### **Cara Kerja:**

Pada *Blake Jaw Crusher*, umpan dimasukkan kedalam rahang berbentuk V yang terbuka ke atas. Satu rahang tetap dan tak bergerak serta rahang yang lain membentuk sudut antar  $20^{\circ}$  –  $30^{\circ}$  dan dapat bergerak maju mundur yang digerakkan oleh sumbu eksentrik, sehingga memberikan kompresi yang besar terhadap umpan yang terjepit diantara kedua rahang. Muka rahang ini mempunyai alur dangkal yang horizontal. Umpan besar yang terjepit antara bagian

atas rahang dipecah dan jatuh keruang bawahnya yang lebih sempit dan dipecah lagi.

Pada mesin ini terdapat baut pecah yang berfungsi sebagai penahan apabila terdapat material solid dengan ukuran yang lebih besar dan keras maka baut pecah ini akan pecah dengan sendirinya tetapi tidak akan merusak keseluruhan dari pada alat *Jaw Crusher System* blake ini. Serta *Jaw Crusher System Blake* ini memiliki standar minimum sudut rahang yaitu 27 derajat, dengan perbandingan pengurangan dan penambahan pengaturan sudut minimum yang direkomendasikan dan dengan pelat cekung perengkah yang lurus.

Keuntungan Jaw Crusher Blake System :

1. Poros / titik engsel yang berada diatas rahang menyebabkan bagian bawah bergerak maju mundur sehingga jarang terjadi penyumbatan pada lubang outputnya.
2. Bagian bawah yang bergerak menghasilkan hasil yang maksimal.

## **B. Dodge Jaw Crusher System**

Dodge Jaw Crusher ini banyak dipakai dalam industri dengan kapasitas produksi  $\frac{1}{4}$  ton/jam -1 ton/jam. Namun untuk lebih jelasnya performa data dari Jaw Crusher System Blake dapat dilihat pada table 8-9 (R.H perry CEH sec.8).

Dodge Jaw Crusher/ rahang penghancur sistem dodge ini memiliki keuntungan yang serupa dengan rahang penghancur sistem blake dan sistem dodge ini bermanfaat untuk produksi berkapasitas rendah dengan kerja yang menghasilkan suatu produk seragam

didalam ukuran yang lebih kecil disbanding, namun sekarang alat ini jarang digunakan.

*Jaw Crusher System Dodge* ini juga memiliki sistem penghancuran dengan rahang eksentrik yang memiliki mesin tunggal dengan rahang ayunan yang terletak di posisi pelat yang strategis untuk penghancuran bongkahan/ umpan oleh suatu tangkai dengan tegangan pengausan lebih besar yang disebabkan oleh gerakan ini dan mengarahkan pergerakan berupa guncangan kapada batas bantalan poros/bearing dengan penggunaan untuk material yang mudah patah/pecah namun perbandingan pengurangan dan penambahan besarnya material juga mungkin diperhatikan yang bermanfaat untuk menyederhanakan sirkuit tonase yang rendah dengan menggerakkan langkah-langkah kerja yang lebih sedikit.

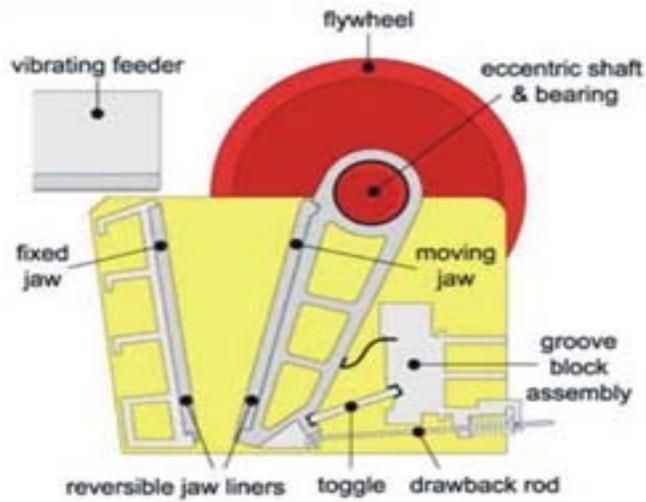
Hambatan yang mungkin dialami ketika kerusakan rahang terjadi selama proses kerja berlangsung. Supaya rahang tidak cepat ruask ataupun aus maka rahang ini biasanya dilapisi oleh bahan yang tahan getaran dan kompresi. Misalnya manganese stell. Untuk mendapatkan usaha dan pergerakan yang teratur maka digunakan sebuah roda penggerak yang terbuat dari besi tuang pejal.

### **Cara Kerja:**

*Dodge Jaw Crusher* ini memiliki sistem kerja yang pada umumnya sama dengan *Blake Jaw Crusher* dengan titik engsel yang berada dibawah sedangkan bagian atasnya yang bergerak maju mundur.

Keuntungan *Dodge Jaw Crusher* :

1. Titik engsel yang berada dibawah dan bagian atasnya yang bergerak maju mundur menghasilkan output yang seragam/ uniform,namun proses kerjanya lebih lamban daripada *Blake System Jaw Crusher* serta berkapasitas rendah.



Keterangan:

- Flywheel : Roda berat
- Eccentric shaft : Poros eksentrik
- Grove Block Assembly : Kumpulan Blok Alur
- Moving Jaw : Rahang Penggerak
- Reversible Jaw Liners: Rahang Bolak – balik
- Toogle : Baut
- Drawback Rod : Batang
- Fixed Jaw : Rahang Pengatur/Penentu

### Spesifikasi Jaw Crusher

Model	Feed Ceruk (mm)	Max Ceruk (mm)	Kapasitas (t/h)	Daya Listrik (kw)
PE150 X 250	150 X 250	125	1 – 5	5,5
PE250 X 400	400 X 250	210	5 – 20	15
PE400 X 600	600 X 400	340	16 – 65	30
PE500 X 500	750 X 500	425	45 – 100	55
PE600 X 900	900 X 600	500	50 – 120	55 – 75
PE750 X 1060	1060 X 750	630	52 – 180	110
PE900 X 1200	900 X 1200	750	140 – 260	135
PE1000 X 1200	1000 X 1200	850	315 – 342	135
PE1200 X 1500	1200 X 1500	1020	400 – 800	160

### Gyratory Crusher



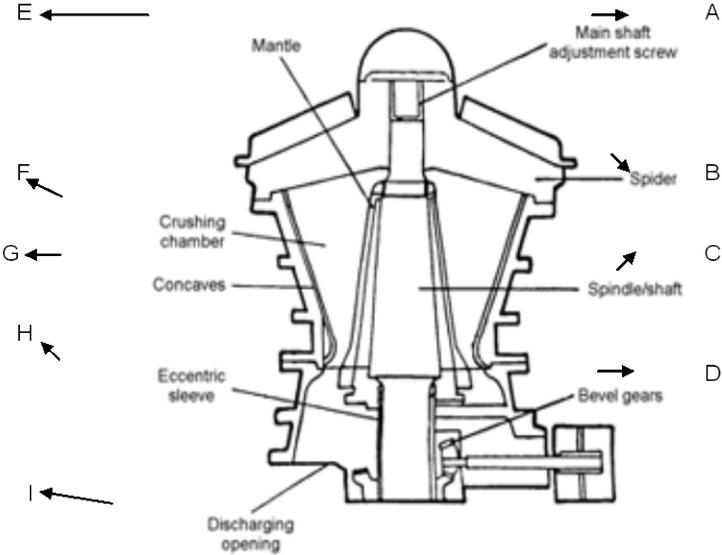
Gb. Gyratory Crusher

Mesin pemecah giratori / *Gyratory Crusher* dapat dipandang sebagai suatu pemecah yang mempunyai rahang bundar dimana setiap waktu selalu ada bahan yang pecah pada satu titik dalam alat itu.

Prinsip kerja:

Pada alat ini mempunyai rahang bundar, pada waktu proses pemecahan berlangsung, sumbu bagian atas berfungsi sebagai engsel sedangkan sumbu bagian bawah digerakkan oleh sumbu eksentrik sehingga sumbu bagian bawah dapat berputar. *Gyratory Crusher* bekerja berdasarkan penekanan dan pemecahan. Berdasarkan kerja secara kontinyu dan power yang digunakan lebih kecil dari *Jaw Crusher*.

**Proses kerja *Gyratory Crusher***



Keterangan Gambar:

A : Tangkai induk / Sekrup penyetel

B : Jaring

C : Kumparan / batang / rahang

D : Roda gigi (siku – siku putar)

E : Mantel

F : Ruang/tempat pemecah

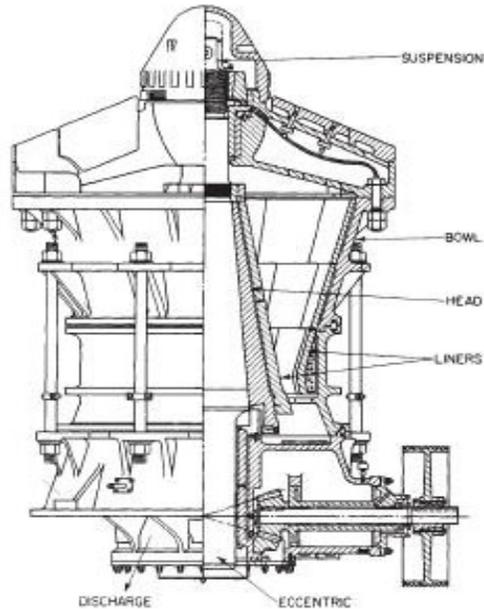
G : Lekuk / cekung

H : Poros/sumbu eksentrik

I : Keluar Produk

*Gyratory Crusher* terdiri dari penumbuk berbentuk kerucut yang bergetar didalam mangkuk berbentuk kerucut yang lebih besar. Sudut kerucut diatur sedemikian rupa sehingga luas terusan semakin berkurang saat mendekati permukaan kerja. Penumbuk terdiri dari mantel yang bebas berputar pada porosnya. Poros digerakkan oleh bearing eksentrik yang berada dibawahnya.

Disamping gerakan berputar dari rahang bagian bawah, kerucut yang bergerak dengan cara mengayun-ayunkan. Sehingga dengan adanya kedua gerakan tersebut maka feed yang masuk akan terpecah sampai akhirnya keluar ke bawah sebagai produk.



Kelebihan *Gyratory Crusher* antara lain:

- Gyratory crusher beroperasi secara kontinyu
- Kapasitas crushing yang tinggi dibandingkan Jaw crusher (600-6000 ton/hr)
- Lebih dipilih daripada Jaw crusher jika kapasitas lebih dari 900 ton/hr
- Mudah dioperasikan
- Konsumsi daya lebih rendah daripada Jaw crusher
- Daya yang dibutuhkan dipengaruhi: ukuran umpan, kekerasan bijih, jumlah material.
- Beroperasi paling efisien pada beban penuh

Contoh *Gyratory Crusher* yang digunakan dalam industri:



## CONE CRUSHER

**Cone penghancur** banyak diterapkan di metalurgi, konstruksi, pembangunan jalan, industri kimia dan phosphatic. **Cone penghancur** cocok untuk umpan keras dan pertengahan keras seperti batu, besi, tembaga, kapur, kuarsa, granit, gritstone, dll.

### Fitur Cone Penghancur

- Produktivitas tinggi, kualitas tinggi
- Waktu berhenti mesin sedikit
- Mudah pemeliharaan dan biaya rendah



### Struktur & Prinsip Kerja Cone Crusher

*Cone Crusher* terdiri dari bingkai, perangkat transmisi, berongga rempang batang, mangkuk berbentuk peluru, penghancuran kerucut, mata air dan tekanan hidrolis untuk menyesuaikan stasiun pemberhentian tersebut. Cone Crusher atau Kerucut penghancur umumnya digunakan sebagai penghancur sekunder dalam penghancuran sirkuit. Pra-digerus produk biasanya melalui bagian atas kerucut penghancur dan mengalir melalui mantel. Vertikal kerucut penghancur memutar mantel eksentrik di bawah langit-langit, atau mangkuk liner, tindihan

produk dan penumpasan itu antara mantel dan langit-langit. Cone crushers biasanya berjalan di drive belt yang digerakkan oleh motor listrik atau mesin diesel. Cone crushers digunakan secara luas di seluruh agregat dan mineral industri.

Contoh Cone Crusher dalam industri



### Roll Crusher

*Roll Crusher* adalah suatu alat penghancur benda yang besar yang mengubahnya menjadi bentuk yang lebih kecil. *Roll Crusher* merupakan pendamping dari alat *Gyratory Crusher* dan *Jaw Crusher*. *Roll Crusher* hanya bertugas **memecah material yang berukuran besar sehingga menjadi berukuran kecil, bukan menghaluskan**. *Roll Crusher* biasanya digunakan sebagai alat tambahan untuk menghancurkan bahan tambang, misalnya batu bara dan batuan lain yang lebih lunak seperti serpihan yang mengandung minyak (kacang, kedelai, jagung) dan fosfat.



*Roll Crusher* terdiri dari 2 roll besi, pir, baja, dan roda penggerak sebagai elemen terpenting. Umpam yang jatuh akan mengalami kompresi oleh kedua roll yang berputar secara berlawanan, dengan adanya kompresi tersebut maka umpam akan pecah dan jatuh sebagai produk/hasil. Kecepatan roll berputar yaitu antara 50-300 putaran/min (rpm). Feed dapat berukuran antara  $\frac{1}{2}$ -3 m (12-75 mm) dan produk yang dihasilkan dapat berukuran  $\frac{1}{2}$  m sampai lolos ayak 20 mesh. Pir yang terdapat pada alat ini berfungsi sebagai:

- a. Untuk menjaga supaya roda putar dapat kembali bila sewaktu-waktu mundur/ renggang dari roda putar/ roll yang lain.
- b. Letak dari salah satu roda putar/ roll adalah bersifat statis, sedangkan roda putar/ roll yang satunya lagi dapat bergerak maju mundur.

## PRODUK

Roll Besi Per baja

### A. Smooth Roll Crushers

Pada *Smooth Roll Crusher*, mempunyai roll (gilingan) berbentuk lingkaran yang terdiri dari 2 buah gilingan berpermukaan rata yang berputar horizontal sejajar. 2 buah roda gilingan atau roll tersebut bagian yang berfungsi sebagai penghancur. *Smooth Roll Crusher* bekerja berdasarkan prinsip penekanan dan gesekan. Umpan yang ditangkap atau dimasukkan diantara gilingan akan hancur karena tekanan yang diperoleh. Kedua gilingan tersebut berputar ke arah yang berlawanan dengan kecepatan yang sama. Kedua gilingan itu mempunyai jarak permukaan yang agak sempit tetapi mempunyai diameter yang besar, sehingga gilingan tersebut dapat melebar dan menyempit dengan elastis.

Salah satu dari roda gilingan dibuat dalam keadaan tetap, sedangkan yang lainnya dapat bergerak maju mundur karena terhubung dengan per yang berfungsi untuk mengatur jarak kedua permukaan roda gilingan sehingga dapat menyesuaikan dengan ukuran masukkan umpan.

Ukuran yang terbatas dari material yang akan dihancurkan dijepit dengan roda gilingan. Ukuran yang diinginkan dari produk tergantung jarak antara dua roda gilingan. *Smooth Roll Crusher* memberikan sedikit keuntungan, **yaitu menjalankan sebagian besar pekerjaannya dengan tepat ketika kita menyatel untuk memberi reduksi perbandingan 3 atau 4 : 1**. Untuk itu, diameter maksimum dari produk adalah 1 : 3 dan 1 : 4 dari umpan (material yang dimasukkan). Kekuatan yang digunakan roda penggilingan dari smooth

roll crushers sangat besar yaitu 5.500 sampai 40.000 lbf/ inchi dari luasnya.

### **Cara Kerja *Smooth Roll Crusher***

*Smooth Roll Crushers* ini bekerja berdasarkan penekanan dan gesekan. Material solid yang masuk dilewatkan diantara dua roda gilingan yang sedang berputar berlawanan. Roda-roda tersebut terbuat dari besi tuang yang dilapisi oleh baja, bila kedua roda gilingan tersebut aus atau rusak maka lapisan tersebut dapat diganti yang baru. Roda-roda tersebut dihubungkan dengan motor penggerak, sehingga dapat berputar. Salah satu roda dibuat dalam keadaan tetap sedangkan yang lain dapat bergerak maju mundur karena dihubungkan dengan per yang terbuat dari baja. Tujuan dari roda gilingan kedua dibuat sedemikian rupa, yaitu agar pada saat kita memasukkan umpan dengan ukuran yang besar roda gilingan tersebut dapat secara elastis melebar. Hal ini dibuat untuk meminimalkan terjadinya penyumbatan terhadap alat.

Bila kecepatan putar dari kedua roda penggiling sama, maka material solid yang dimasukkan akan dilindas atau dipecah. Sedangkan apabila kecepatan material solid tersebut berbeda, maka material solid yang dimasukkan selain dipecahkan juga dipelintir.

### **B. *Tooth Roll Crusher***

Biasanya pada *Tooth Roll Crusher* yang digunakan untuk memecah umpan material kasar dan agak lunak seperti batu bara dan gips menggunakan gigi yang berbentuk piramida. *Tooth Roll Crusher* dapat bekerja lebih baik dibandingkan dengan *Smooth Roll Crusher*, tetapi *Tooth Roll Crusher* terbatas karena tidak dapat

memecah padatan yang kasar. Alat ini bekerja berdasar pada prinsip penekanan, pukulan dan pemotongan, sedangkan pada *Smooth Roll Crusher* hanya dengan prinsip penekanan saja.

*Tooth Roll Crusher* tidak memiliki masalah dengan ukuran umpan masukkan karena dapat memecah material dengan ukuran sampai 20 inchi, sedangkan pada *Smooth Roll Crushers* hanya dapat memecah material dengan ukuran ½ sampai 3 inchi (12-75 mm) saja.

### **Cara Kerja *Tooth Roll Crusher***

Prinsip kerja alat ini hampir sama dengan *Smooth Roll Crushers*. Bedanya adalah, pada *Smooth Roll Crusher* memakai prinsip penekanan sedangkan pada *Tooth Roll Crusher* memakai prinsip penekanan, pemukulan dan pemotongan. Alat ini terdiri dari satu roda gilingan yang bererigi. Material solid dilewatkan dapat tereduksi sehingga ukurannya menjadi lebih kecil.

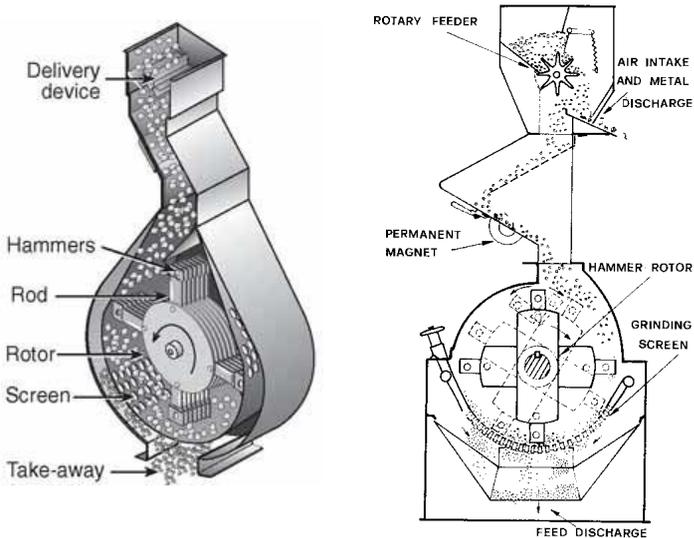
Roda penggiling dihubungkan dengan sebuah roda yang berukuran lebih besar dan digerakkan oleh motor sehingga pada berputar. *Tooth Roll Crusher* juga tidak mengalami masalah pada peletakkan umpan material, karena hanya memiliki satu roda penggiling. Alat ini dapat diaplikasikan secara kontinyu dan kapasitasnya mencapai 500 ton/jam.

### **Hammer Mill**

*Hammer Mill* adalah sebuah alat penggiling yang mempunyai rotor yang dapat berputar dan mempunyai alat pemecah berbentuk palu dimana palu-palu tersebut digantung pada suatu piringan/silinder yang dapat berputar dengan cepat. Alat ini juga di

lengkapi dengan kisi-kisi/ ayakan yang juga berfungsi sebagai penutup lubang tempat keluarnya produk.

Pemeriksaan dan perawatan baling-baling palu sangat penting karena berhubungan dengan mengubah baling-baling yang mempercepat tingkat putaran dan bergantung pada keras lunaknya obyek yang akan di giling.



Bagian-bagian peralatan dalam *Hammer Mill*

## 1. Feeders

Feeders adalah komponen dari peralatan hammer mill yang berfungsi sebagai pengatur aliran dan pemisah bahan-bahan dan penerima bahan baku ( raw material ) . Selain itu feeders juga berfungsi untuk mengatur aliran bahan batuan yang masuk ke dalam batu pemecah ( crusher ) .

## 2. Crusher

adalah komponen pada peralatan pemecah batu yang berfungsi untuk memecah dan mengurangi ukuran bahan ( batu) .

Pada *Hammer Mill* selain menggunakan prinsip impact / benturan juga menggunakan prinsip gesekan pada dinding-dinding bagian dalam mesin dan pemotongan yang terdapat pada ayakannya.

### 3. Screen ( Ayakan )

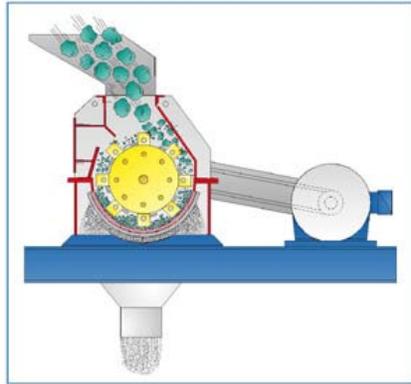
adalah komponen pada peralatan pemecah batu yang berfungsi untuk menyaring/ memisahkan, membentuk gradasi ( grading), dan secara tidak langsung mengontrol penyaluran material ke unit crusher.

Tujuan utama screening adalah “scalping” yaitu untuk memindahkan oversize atau undersize material dalam unit crusher, atau untuk mendapatkan ukuran material (batu) yang dihasilkan. Pada *Hammer Mill*, screen biasa diganti karena terdapat engsel sehingga mudah di copot dan di kombinasikan. Selain untuk mengganti screen , engsel juga di pergunakan untuk membuka bagian dalam *Hammer Mill* sehingga memudahkan untuk di bersihkan.

#### **Cara Kerja Hammer mill**

- Hammer Mill bekerja dengan prinsip material yang masuk akan di pecah atau dihancurkan / di giling.
- Alatnya terdiri dari sejumlah pemukul yang terletak pada poros dan plate pemecah. Jika feed masuk melalui atas , maka material tersebut akan di pecah oleh palu-palu yang berputar dengan kecepatan tinggi, dan di tekan terhadap plate pemecah.
- Kemudian palu-palu pemukul akan memukul material berkali-kali yang di tahan terhadap plate pemecah, sehingga bahan

tersebut hancur menjadi kecil-kecil sedangkan bagian bawah sudah di sediakan ayakan untuk menyaring produk yang sudah hancur.



#### Kelebihan *Hammer Mill*

- Mampu memproduksi berbagai ukuran partikel
  - Bekerja dengan bahan rapuh dan serat
  - Kemudahan penggunaan
  - Investasi awal lebih rendah bila dibandingkan dengan roller
  - Minimal diperlukan pemeliharaan
- Partikel yang dihasilkan menggunakan Hammer Mill umumnya akan menjadi bulat, dengan permukaan halus yang muncul.

Kekurangan *Hammer Mill* yaitu antara lain:

- Kurang efisien bila dibandingkan dengan *Roller Mill*
- Menghasilkan ukuran yang kurang seragam
- Palu pabrik yang bising dan dapat menghasilkan pencemaran debu



## BAB II

# EVAPORASI

Evaporasi adalah proses penguapan yang bertujuan untuk memekatkan atau menaikkan konsentrasi larutan. Evaporator adalah suatu alat yang berfungsi untuk menaikkan konsentrasi larutan dengan cara menguapkan air yang ada didalamnya.

Dalam proses evaporasi komponen-komponen yang diuapkan

1. volatile (komponen yang mudah menguap) yang disebut solvent.
2. nonvolatile (komponen yang sukar menguap) biasanya disebut solute.

***Hasil evaporasi adalah suatu tart pekat.***

**Beberapa karakteristik yang mungkin terjadi dalam proses evaporasi suatu cairan atau liquida.**

1. Pemekatan atau penaikan konsentrasi  
Liquida yang pekat ini density dan viskositas nya akan lebih besar bila berbentuk kristal.
2. Terjadi buih atau busa  
Untuk zat-zat organik tertentu pada proses evaporasi liquida sering terjadi buih atau busa pada permukaan nya.
3. Temperature sensitivity (kepekaan terhadap suhu)  
Pada beberapa larutan atau zat khususnya yang dapat menghasilkan obat-obatan dan makanan,peka terhadap

suhu, sehingga dalam proses pemekatannya dipakai cara-cara yang khusus dengan pemanasan steam.

#### 4. Kerak (scale)

Pada proses evaporasi sering terjadi kerak sehingga harus dilakukan pembersihan secara continue.

### **Bahan konstruksi dari evaporator**

Bahan evaporator terbuat dari cost lion atau baja sedang material khusus seperti Cu, Ni, Al, stainless steel, grafit, timah hitam, sering digunakan sebagai feed atau umpan. *Pemilihan evaporator tergantung dari sifat fisika dan kimia liquid yang digunakan.*

### **Type evaporator**

- A. Peralatan yang dipanaskan dengan api secara langsung (steam boiler)
- B. Peralatan dengan medium pemanas dalam jacket, dinding double, dll.
- C. Peralatan yang menggunakan peralatan tube
  - Tube Horizontal
  - Tube vertical dibagi
    1. Standard type
    2. Basket type
    3. Long tube type
    4. Force circulation type

## ➤ **HORIZONTAL TUBE EVAPORATOR**

Disebut horizontal karena tube-tubanya terletak horizontal, karena kondisinya yang demikian, harga evaporator ini relative murah dengan konstruksi design yang memudahkan penggantian tube-tubanya. HTE merupakan evaporator yang sudah tua dan jarang digunakan. Tube –tube dalam HTE merupakan tempat masaknya pemanas (biasanya steam).

### **Kekurangannya**

- ▶ Perpindahan panasnya (rate heat-transfer) rendah sekali, khususnya untuk liquid yang viscous
- ▶ Karena sirkulasi yang kecil
- ▶ Mudah terjadi kerak pada bagian luar tube
- ▶ Pembersihan sukar dilakukan

### **Karena alasan-alasan itulah, alat ini cocok untuk**

- Larutan non viscous (encer)
- Larutan yang tidak mengandung endapan atau difosif
- Larutan yang tidak terjadi endapan kristal
- Kapasitas kecil
- Larutan yang tidak menimbulkan buih (foaming)

### **Proses**

Feed masuk (diluar pipa), baru kemudian steam (didalam pipa), didalam pipa atau tube terjadi perpindahan panas karena adanya pemanasan, sehingga liquid yang diluarnya mendidih dan uap yang terjadi mengalir keatas, kemudian liquidnya menjadi pekat, lalu dikeluarkan melalui lubang bagian dasar

evaporator, sedangkan kondensat dikeluarkan melalui lubang yang sudah disediakan, demikian juga gas non kondensat dikeluarkan melalui vent.

## ► VERTICAL TUBE EVAPORATOR

- ❖ Evaporator jenis ini yang sering digunakan adalah tipe standart.
- ❖ Pada mulanya VTE yang dibuat tanpa adanya “down tube” (ruang kosong antara 2 tube-sheet) tetapi kemudian dengan adanya “down tube” ini lebih menguntungkan pada perpindahan panas.
- ❖ Dibanding dengan HTE perpindahan panas VTE lebih baik.
- ❖ Aliran liquida yang ada didalam VTE terjadi karena perbedaan density.
- ❖ Kerak-kerak yang mungkin terjadi mudah dibersihkan.

**Dalam VTE dapat dibagi lagi menjadi beberapa bagian antara lain:**

### **A. STANDARD VTE**

Untuk jenis ini letak tube pada body evaporator adalah vertical.

#### *Proses*

Feed masuk evaporator kemudian masuk tube melalui bawah (tinggi cairan hampir sama dengan tinggi tube) steam masuk ke pembungkus tube (dirongga steam). Jadi cairan berada didalam tube sedangkan steam berada diluarnya, cairan akan mendidih didalam tube. Cairan yang sudah pekat keluar disalurkan melalui down take dan dikeluarkan dari bawah

evaporator, sedangkan kondensat, vapor, dan non kondensat gas keluar dari tempat yang sudah disediakan. Luas down take 75-100% dari luas gabungan seluruh tube.

## **B. BASKET VTE**

Bentuk tube sama dengan standard VTE hanya disini ditambahkan buffel atau deflector untuk menampung entrainment (percikan) yang terjadi didalam basket evaporator karena liquidida mendidih didalam tube, maka liquidida didalam tube bergerak naik ke atas kemudian jatuh kembali melalui saluran yang sudah ditentukan.

### *Proses*

Feed masuk evaporator kemudian melalui bagian bawah masuk kedalam tube-tubanya. Steam dimasukkan ke pembungkus tube, hingga mendidihkan feed dalam tube. Cairan yang telah pekat keluar melalui saluran bagian dasar evaporator, sedangkan uap yang mungkin masih mengandung air yang sangat halus ditangkap oleh deflector untuk kemudian dimasukkan pipa lagi, sedangkan uap yang bebas air keluar melalui saluran bagian atas evaporator.

## **► LONG TUBE VERTICAL EVAPORATOR**

### **Proses**

Long VTE (Kestner evaporator) dengan sirkulasi alam (natural circulation) dimana liquidida masuk kedalam tube dan steam mengalir diluarnya (dalam steam chest) liquidida yang masuk tube tingginya tidak lebih dari 2 atau 3 *ft*

diatas dasar tube. Setelah mengalami pendidihan maka kecepatan liquida didalam akan tinggi,sehingga pada vapor head dipasang baffle (deflektor) untuk mencegah buih atau busa yang terjadi. Pada alat ini dipasang reflux untuk mempertinggi ukuran tube.

1 ¼ - 2 ½ inc diameter

10 – 20 ft panjang.

Tube panjang gunanya:

1. Memperlancar konduksi panas
2. Memperbesar kecepatan aliran liquida dalam tube hingga tidak terjadi kristalisasi dalam tube.

Alat ini cocok untuk cairan atau larutan yang berbuisa dan sensitive pada panas,dan tidak cocok untuk larutan yang membentuk salting (garam).

## **LONG TUBE EVAPORATOR DGN FORCED CIRCULATION**

Ada 2 macam force circulation

1. Dengan Internal Heating Element
2. Dengan External Heating element

Pada evaporator jenis ini larutan dipompa melalui HE karena adanya tekanan hidrostatis dari liquida sendiri maka mendidihnya larutan dalam tube dapat dicegah dan larutan baru mendidih ini di dalam evaporator secara flashing,dimana larutan yang mendidih tersebut bila terdapat entrainment dan buih akan dipecahkan oleh deflector sehingga terjadi peneteskan kembali. Letak HE bila didalam evaporator atau diluar evaporator yang sering dipakai dipabrik-pabrik adalah LTVE dengan external heating karena mudah dalam membersihkan,perbaikan,dan penggantian tube.

## A. LTE dgn Forced-Circulation with Internal Heating

### Proses

Feed masuk, kemudian dipompa menuju tube-tube dan mengisinya hingga hamper penuh. Steam dimasukkan pada pipa-pipa yang menyelubungi pipa feed, sehingga membuat feed mendidih. Percikan-percikan feed atau uap yang masih mengandung air yang sangat halus ditangkap oleh deflector dan terjadi penetasan kembali, sedangkan uap yang bebas air keluar melalui saluran vapor. Sedangkan cairan kental yang terbentuk jika telah memenuhi syarat untuk keluar dikeluarkan melalui saluran thick liquor, jika belum memenuhi syarat maka direcycle.

## B. LTE dgn Forced-Circulation with External Heating.

### Proses

Feed masuk kemudian dipompa menuju HE kemudian mendidih dan dimasukkan kedalam evaporator (dengan cara tangensial untuk mempercepat pemisahan uap air dan liquida). Uap air naik keatas dan liquida mengalir kebawah. Jika liquida yang sudah cukup kental maka dikeluarkan melalui discharge. Jika belum memenuhi syarat untuk keluar maka direcycle kembali.

### ♥ Perbedaan Internal Heating dan External Heating

Internal : ♣ Pereliharaan dan perbaikan sukar

♣ Jarang dipakai

♣ Pemanasan terjadi didalam tabung

External : ♠ Pemeliharaan dan perbaikan lebih mudah

- ♣ Lebih umum dipakai
- ♣ Pemanasan terjadi diluar tabung dan Memakan tempat yang luas.

### ➤ **FALLING FILM EVAPORATOR**

Pada evaporator jenis ini cocok untuk mengoparasikan zat yang sensitive terhadap panas pada konsentrasi tinggi, contohnya pada pemekatan orange juice.

#### **Proses**

Cairan yang akan dipekatkan dimasukkan dari bagian atas kolom yang kemudian mengalir kebawah bagian tube yang telah dipanaskan, (besarnya tube 1 2-10<sup>o</sup> diameter). Pada bagian bawah dilengkapi pompa untuik mensirkulasi cairan keatas guna mendapatkan konsentrasi yang diinginkan.

Problem utama alat ini adalah bagaiman kita dapat mendistribusikan liquid secara merata ke tube bagian dalam sebagai film.

Dalam hal ini kita bias memasang

- o Plate yang berlubang pada bagian atas tube
- o Spider distributor pada masing-masing tube
- o Spray nozzle pada masing-masing tube.

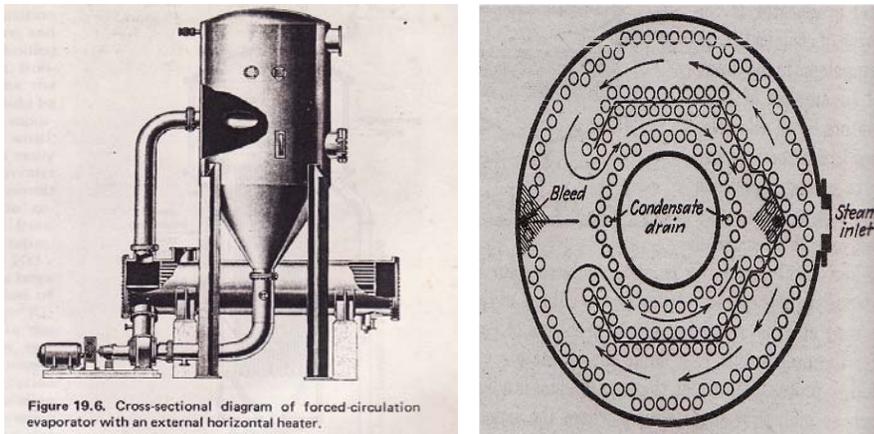
#### **Evaporator**

Evaporator adalah suatu alat yang berfungsi untuk menaikkan konsentrasi larutan dengan cara menguapkan air yang ada didalamnya.

## Bahan konstruksi dari evaporator

Bahan evaporator terbuat dari cost lion atau baja sedang material khusus seperti Cu,Ni,Al,stainless steel,grafit,timah hitam,sering digunakan sebagai feed atau umpan. Pemilihan evaporator tergantung dari sifat fisika dan kimia liquid yang digunakan.

## Gambar



Belahan dari pipa – pipa evaporator

## Type evaporator

- D. Peralatan yang dipanaskan dengan api secara langsung (steam boiler)
- E. Peralatan dengan medium pemanas dalam jacket,dinding double,dll.
- F. Peralatan yang menggunakan peralatan tube
  - Tube Horizontal
  - Tube vertical dibagi
    1. Standard type
    2. Basket type

3. Long tube type
4. Force circulation type

### ► **HORIZONTAL TUBE EVAPORATOR**

Disebut horizontal karena tube-tubanya terletak horizontal, karena kondisinya yang demikian, harga evaporator ini relative murah dengan konstruksi design yang memudahkan penggantian tube-tubanya. HTE merupakan evaporator yang sudah tua dan jarang digunakan. Tube –tube dalam HTE merupakan tempat masakny pemanas (biasanya steam).

#### **Kekurangannya :**

- ❖ Perpindahan panasnya (rate heat-transfer) rendah sekali, khususnya untuk liquid yang viscous
- ❖ Karena sirkulasi yang kecil
- ❖ Mudah terjadi kerak pada bagian luar tube
- ❖ Pembersihan sukar dilakukan

#### **Karena alasan-alasan itulah, alat ini cocok untuk :**

- ❖ Larutan non viscous (encer)
- ❖ Larutan yang tidak mengandung endapan atau difosit
- ❖ Larutan yang tidak terjadi endapan kristal
- ❖ Kapasitas kecil
- ❖ Larutan yang tidak menimbulkan buih (foaming)

#### **Proses**

Feed masuk (diluar pipa), baru kemudian steam (didalam pipa), didalam pipa atau tube terjadi perpindahan panas karena adanya pemanasan, sehingga liquid yang diluarnya mendidih dan uap yang

terjadi mengalir keatas, kemudian liquidnya menjadi pekat, lalu dikeluarkan melalui lubang bagian dasar evaporator, sedangkan kondensat dikeluarkan melalui lubang yang sudah disediakan, demikian juga gas non kondensat dikeluarkan melalui vent.

**Gambar**

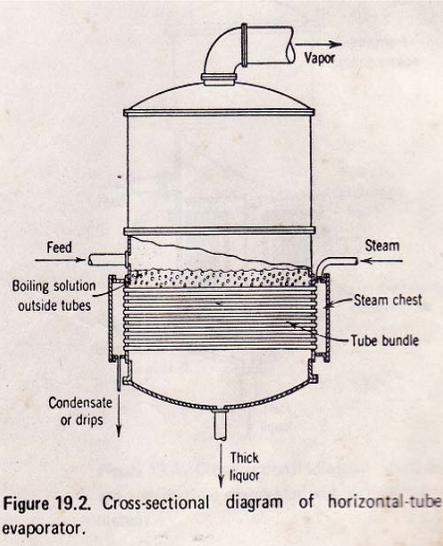
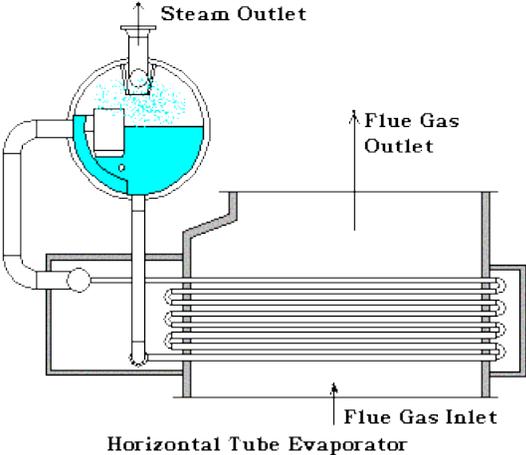


Figure 19.2. Cross-sectional diagram of horizontal-tube evaporator.

## ► VERTICAL TUBE EVAPORATOR

- ❖ Evaporator jenis ini yang sering digunakan adalah tipe standart.
- ❖ Pada mulanya vertikal tube evaporator yang dibuat tanpa adanya “down tube” ( ruang kosong antara 2 tube-sheet ) tetapi kemudian dengan adanya “down tube” ini lebih menguntungkan pada perpindahan panas.
- ❖ Dibanding dengan horisontal tube evaporator perpindahan panas vertikal tube evaporator lebih baik.
- ❖ Aliran liquida yang ada didalam vertikal tube evaporator terjadi karena perbedaan density.
- ❖ Kerak-kerak yang mungkin terjadi mudah dibersihkan.

### Gambar

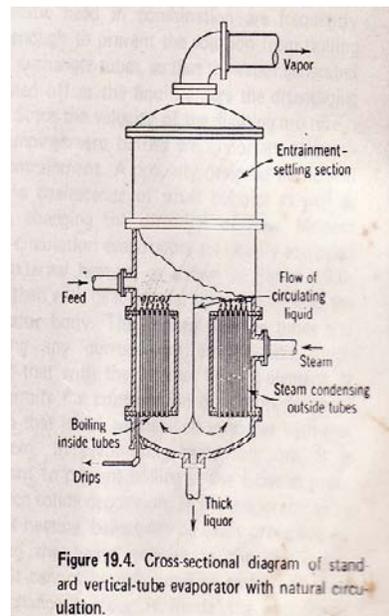
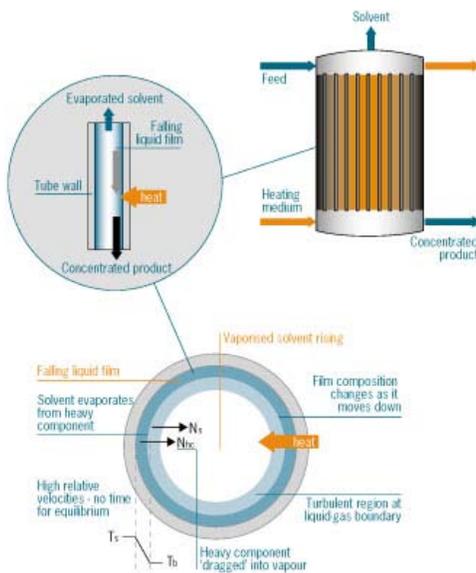


Figure 19.4. Cross-sectional diagram of standard vertical-tube evaporator with natural circulation.

Dalam vertikal tube evaporator dapat dibagi lagi menjadi beberapa bagian antara lain:

### **C. STANDARD VERTIKAL TUBE EVAPORATOR**

Untuk jenis ini letak tube pada body evaporator adalah vertical.

#### ***Proses***

Feed masuk evaporator kemudian masuk tube melalui bawah (tinggi cairan hampir sama dengan tinggi tube) steam masuk ke pembungkus tube (dirongga steam). Jadi cairan berada didalam tube sedangkan steam berada diluarnya, cairan akan mendidih didalam tube. Cairan yang sudah pekat keluar disalurkan melaluyi down take dan dikeluarkan dari bawah evaporator, sedangkan kondensat, vapol, dan non kondensat gas keluar dari tempat ytang sudah disediakan. Luas down take 75-100% dari luas gabungan seluruh tube.

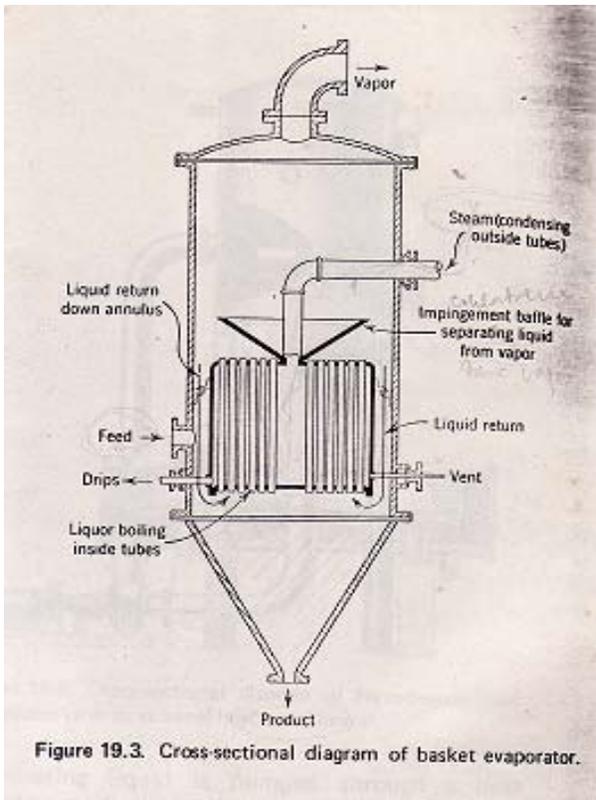
### **D. BASKET VERTIKAL TUBE EVAPORATOR**

Bentuk tube sama dengan standard vertikal tube evaporator hanya disini ditambahkan buffel atau deflector untuk menampung entrainment (percikan) yang terjadi didalam basket evaporator karena liquida mendidih didalam tube,maka liquida didalam tube bergerak naik ke atas kemudian jatuh kembali melalui saluran yang sudah ditentukan.

## Proses

Feed masuk evaporator kemudian melalui bagian bawah masuk kedalam tube-tubanya. Steam dimasukkan ke pembungkus tube, hingga mendidihkan feed dalam tube. Cairan yang telah pekat keluar melalui saluran bagian dasar evaporator, sedangkan uap yang mungkin masih mengandung air yang sangat halus ditangkap oleh deflector untuk kemudian dimasukkan pipa lagi, sedangkan uap yang bebas air keluar melalui saluran bagian atas evaporator.

## GAMBAR



## ► LONG TUBE VERTICAL EVAPORATOR

### Proses

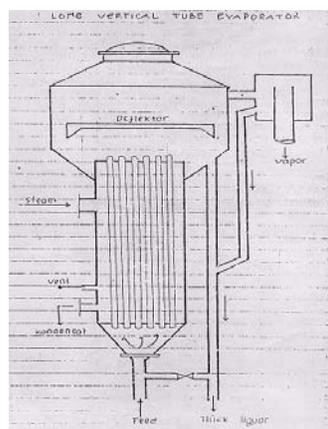
Long vertikal tube evaporator (kestner evaporator) dengan sirkulasi alam (natural circulation) dimana liquida masuk kedalam tube dan steam mengalir diluarnya (dalam steam chest) liquida yang masuk tube tingginya tidak lebih dari 2 atau 3 ft diatas dasar tube. Setelah mengalami pendidihan maka kecepatan liquida didalam akan tinggi, sehingga pada vapor head dipasang baffle (deflektor) untuk mencegah buih atau busa yang terjadi. Pada alat ini dipasang reflux untuk mempertinggi ukuran tube. 1 ¼ - 2 ½ inc diameter. 10 – 20 ft panjang.

Tube panjang gunanya:

3. Memperlancar konduksi panas
4. Memperbesar kecepatan aliran liquida dalam tube hingga tidak terjadi kristalisasi dalam tube.

Alat ini cocok untuk cairan atau larutan yang berbuisa dan sensitive pada panas, dan tidak cocok untuk larutan yang membentuk salting (garam).

### Gambar



## **LONG TUBE EVAPORATOR DGN FORCED CIRCULATION**

Ada 2 macam force circulation

3. Dengan Internal Heating Element
4. Dengan External Heating element

Pada evaporator jenis ini larutan dipompa melalui HE karena adanya tekanan hidrostatik dari liquidanya sendiri maka mendidihnya larutan dalam tube dapat dicegah dan larutan baru mendidih ini di dalam evaporator secara flashing, dimana larutan yang mendidih tersebut bila terdapat entrainment dan buih akan dipecahkan oleh deflector sehingga terjadi penetasan kembali. Letak HE bila didalam evaporator atau diluar evaporator yang sering dipakai dipabrik-pabrik adalah LTVE dengan external heating karena mudah dalam membersihkan, perbaikan, dan penggantian tube.

### **1. Long tube evaporator dengan Forced-Circulation with Internal Heating**

#### **Proses**

Feed masuk, kemudian dipompa menuju tube-tube dan mengisinya hingga hamper penuh. Steam dimasukkan pada pipa-pipa yang menyelubungi pipa feed, sehingga membuat feed mendidih. Percikan-percikan feed atau uap yang masih mengandung air yang sangat halus ditangkap oleh deflector dan terjadi penetasan kembali, sedangkan uap yang bebas air keluar melalui saluran vapor. Sedangkan cairan kental yang terbentuk jika telah memenuhi syarat untuk keluar dikeluarkan melalui saluran thick liquor, jika belum memenuhi syarat maka direcycle.

## 2. Long tube evaporator dengan Forced-Circulation with External Heating.

### Proses

Feed masuk kemudian dipompa menuju HE kemudian mendidih dan dimasukkan kedalam evaporator (dengan cara tangensial untuk mempercepat pemisahan uap air dan liquida). Uap air naik keatas dan liquida mengalir kebawah. Jika liquida yang sudah cukup kental maka dikeluarkan melalui discharge. Jika belum memenuhi syarat untuk keluar maka direcycle kembali.

### ♥ Perbedaan Internal Heating dan External Heating

Internal : ♣ Pereliharaan dan perbaikan sukar

♣ Jarang dipakai

♣ Pemanasan terjadi didalam tabung

External : ♠ Pereliharaan dan perbaikan lebih mudah

♠ Lebih umum dipakai

♠ Pemanasan terjadi diluar tabung dan

Memakan tempat yang luas.

### ➤ FALLING FILM EVAPORATOR

Pada evaporator jenis ini cocok untuk mengoparasikan zat yang sensitive terhadap panas pada konsentrasi tinggi, contohnya pada pemekatan orange juice.

### Proses

Cairan yang akan dipekatkan dimasukkan dari bagian atas kolom yang kemudian mengalir kebawah bagian tube yang telah

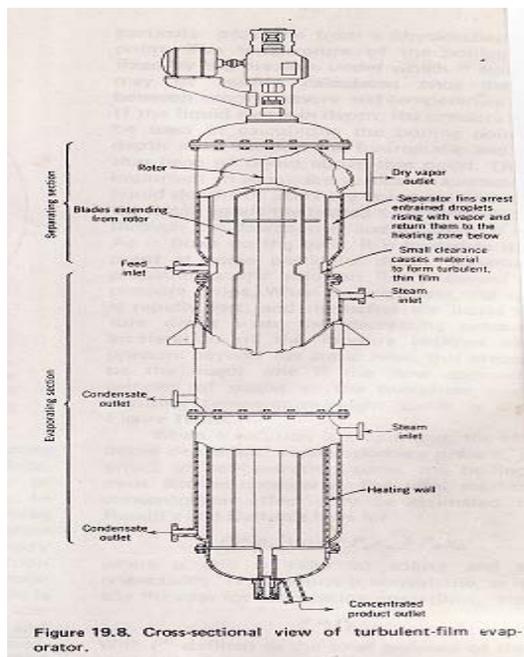
dipanaskan, (besarnya tube 1 2-10° diameter). Pada bagian bawah dilengkapi pompa untuk mensirkulasi cairan keatas guna mendapatkan konsentrasi yang diinginkan.

Problem utama alat ini adalah bagaimana kita dapat mendistribusikan liquid secara merata ke tube bagian dalam sebagai film.

Dalam hal ini kita bisa memasang :

- o Plate yang berlubang pada bagian atas tube
- o Spider distributor pada masing-masing tube
- o Spray nozzle pada masing-masing tube.

**Gambar**

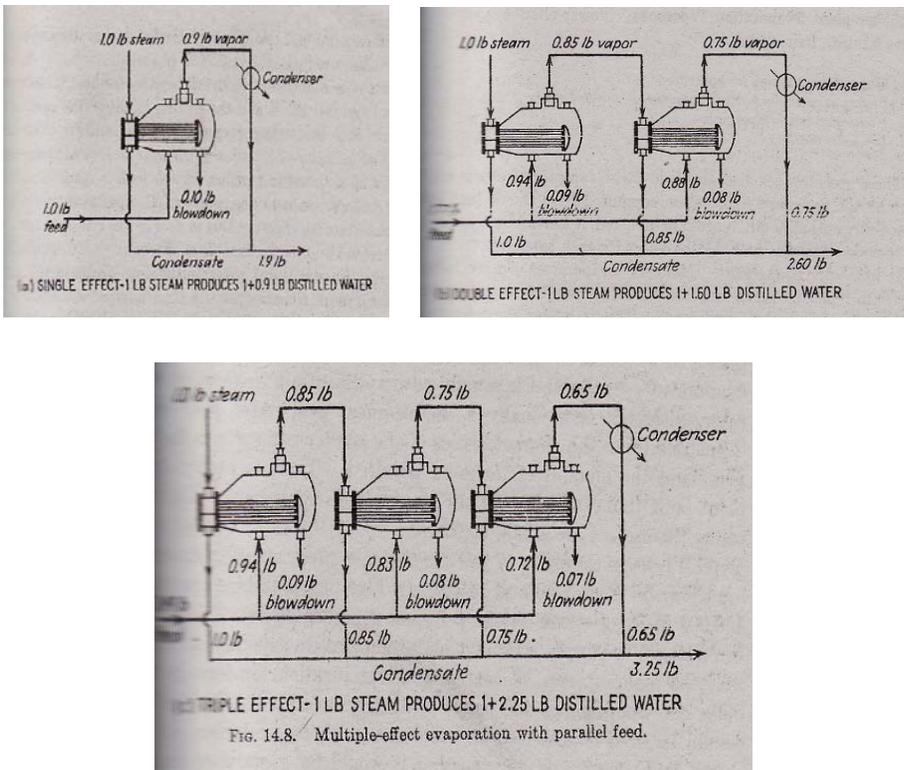


➤ **SINGLE DAN MULTIPLE EVAPORATOR**

Menggunakan uap pada tahap untuk dipakai pada tahap berikutnya. Semakin banyak tahap maka semakin rendah

konsumsi energinya. Biasanya maksimal terdiri dari tujuh tahap, bila lebih seringkali ditemui biaya pembuatan melebihi penghematan energi. Ada dua tipe aliran, aliran maju dimana larutan masuk dari tahap paling panas ke yang lebih rendah, dan aliran mundur yang merupakan kebalikan dari aliran maju. Cocok untuk menangani produk yang sensitive terhadap panas seperti zelum dan protein.

**Gambar**



## **BAB II**

# **VIBRATING CONVEYOR**

Suatu alat pengangkut dalam industri sangat – sangat bermacam – macam, tergantung dari bahan yang akan dipindahkan kemana zat itu. Macam – macam alat pengangkut yaitu Screw conveyor, Belt conveyor, Vibrating conveyor, Bucket conveyor. Alat pengangkut bertujuan untuk memudahkan kita dalam pemindahan suatu zat.

Screw conveyor merupakan suatu alat untuk mengangkut material berbentuk bubuk dan halus. Belt conveyor merupakan conveyor sederhana, yaitu terdiri dari Belt (sabuk) yang rata dan di hubungkan 2 (dua) buah pulley, dimana pulley yang satu digerakan dengan motor, sedang yang lainnya mengikuti bahan. Vibrating conveyor merupakan suatu alat yang mengangkut material dengan cara getaran. Material yang diangkut sangat terjamin kebersihan dan keamanannya. Material yang diangkut oleh vibrating conveyor berupa industri makanan. Bucket elevator adalah suatu alat pemindah bahan material dengan jarak ketinggian tertentu.

Secara Universal di dalam industri, bahan - bahan material terdapat berbagai jenis yang terkadang sangat berat sehingga berbahaya bagi manusia. Untuk itu diperlukan alat transportasi untuk mengangkut bahan - bahan tersebut mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia. Bahan yang diangkut dipengaruhi kapasitas bahan, jenis bahan dan tujuan pengangkutan.

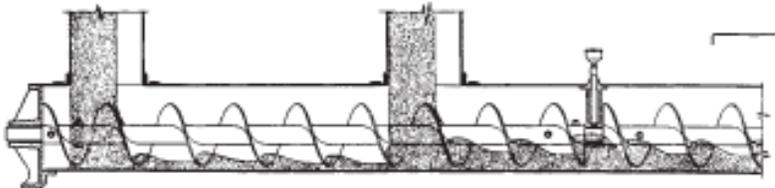
Salah satu jenis alat pengangkut yang sering digunakan adalah Conveyor yang berfungsi untuk mengangkut bahan - bahan industri yang berbentuk padat. Pemilihan alat transportasi (conveying equipment) material padatan antara lain tergantung pada :

- Kapasitas material yang ditangani.
- Jarak perpindahan material.
- Kondisi pengangkutan : horizontal, atau vertikal .
- Ukuran (size), bentuk (shape) dan sifat material (properties).
- Harga peralatan tersebut.

Secara umum jenis Conveyor yang sering digunakan dalam pengangkutan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Screw Conveyor.

Alat ini pada dasarnya terbuat dari pisau yang berpilin mengelilingi suatu sumbu sehingga bentuknya mirip sekrup. Pisau berpilin ini disebut flight. Jenis konveyor ini berguna untuk mengangkut bahan padat berbentuk halus atau bubuk.



**Gambar 2.1.** Bagan Screw Conveyor.

2. Belt Conveyor.

Alat yang terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada belt conveyor ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Untuk mengangkut

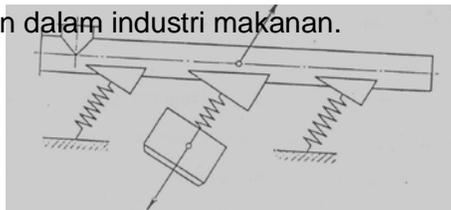
bahan -bahan yang panas, sabuk yang digunakan terbuat dari logam yang tahan terhadap panas.



**Gambar 2.2.** Bagan Belt Conveyor.

### 3. Vibrating Conveyor.

Suatu alat yang berfungsi menggerakkan suatu material ataupun benda dengan cara bergetar. Vibrating conveyor telah digunakan dalam berbagai bidang produksi yang berbahan kering. Alat ini di operasikan untuk mendistribusikan produk menuju proses pengepakan dengan tingkat kebersihan tinggi. Hal ini digunakan dan dimanfaatkan untuk pengemasan dalam industri makanan.



**Gambar 2.3.** Bagan Vibrating Conveyor.

### 4. Bucket Elevator .

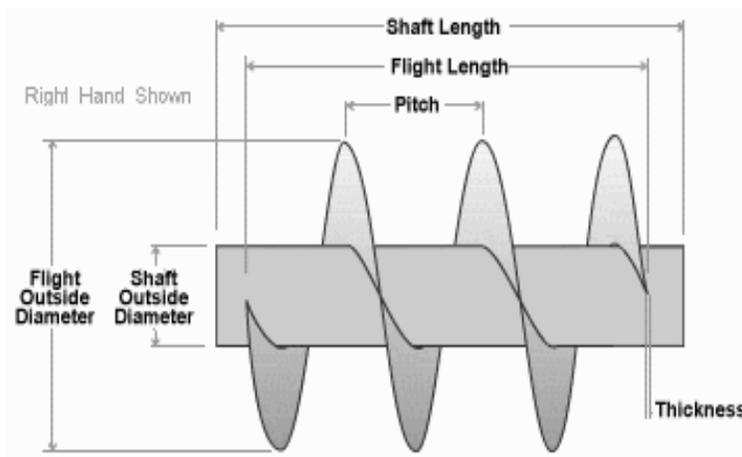
Suatu alat untuk memindahkan bahan yang arahnya vertikal, atau tinggi. Alat ini terdiri atas rantai yang tidak berujung.



**Gambar 2.4.** Bagan Bucket elevator.

## Screw Conveyor

Jenis konveyor yang berguna untuk mengangkat bahan padat berbentuk halus atau bubuk adalah konveyor sekrup (**screw conveyor**). Alat ini terbuat dari pisau yang berpilin mengelilingi suatu sumbu sehingga bentuknya mirip sekrup. Pisau berpilin ini disebut flight.



**Gambar 2.5** : Screw Conveyor

Macam-macam flight adalah:

- ◆ Sectional flight
- ◆ Helicoid flight
- ◆ Special flight, terbagi:
  - cast iron flight
  - ribbon flight
  - cut flight

1. Konveyor berflight section (Gambar 2.6-a)

Alat ini terbuat dari pisau-pisau pendek yang disatukan tiap pisau berpilin satu putaran penuh- dengan cara disimpul tepat pada tiap ujung sebuah pisau dengan paku keling sehingga akhirnya akan membentuk sebuah pilinan yang panjang.

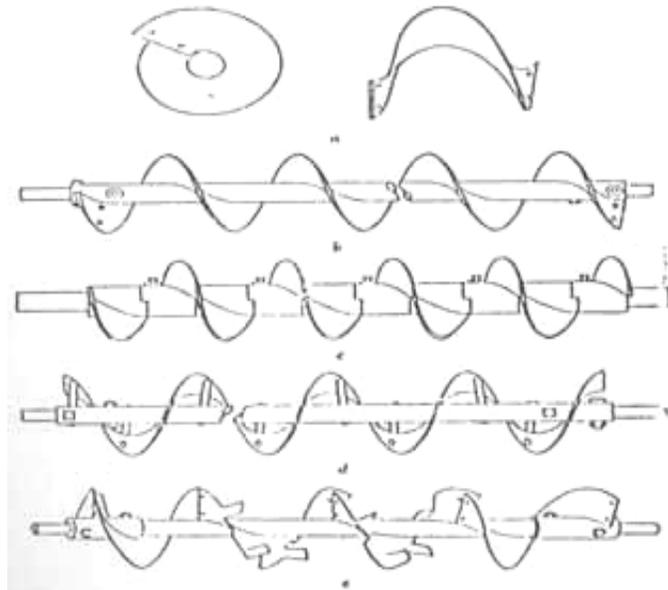
2. Konveyor berflight Helicoid

Bentuknya seperti pita panjang yang berpilin mengelilingi suatu poros (Gambar 2.6-b). Untuk membentuk suatu konveyor, flight-flight itu disatukan dengan cara dilas tepat pada poros yang bersesuaian dengan pilinan berikutnya.

3. Konveyor berflight Special

Flight ini khusus digunakan dimana suhu dan tingkat kerusakan tinggi adalah flight cast iron. Flight-flight ini disusun sehingga membentuk sebuah konveyor (Gambar 2.6-c).

4. Untuk bahan yang lengket, digunakan ribbon flight (Gambar 2.6-d). Untuk mengaduk digunakan cut flight (Gambar 2.6-e). Flight pengaduk ini dibuat dari flight biasa, yaitu dengan cara memotong-motong flight biasa lalu membelokkan potongannya ke berbagai arah.

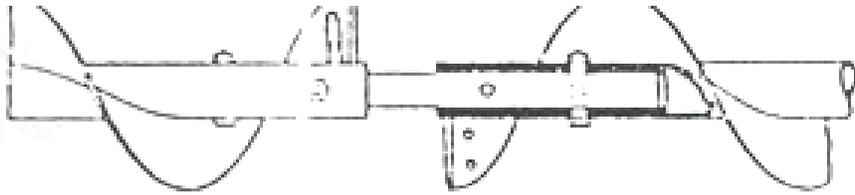


**Gambar 2.6** : Screw Conveyor :

- a. Sectional ; b. Helicoid; c. Cast Iron; d. Riboon ; e. Cut Flight

Untuk mendapatkan konveyor panjang yang lebih sederhana dan murah, biasanya konveyor tersebut itu disusun dari konveyor-konveyor pendek. Sepasang konveyor pendek disatukan dengan sebuah penahan yang disebut hanger dan disesuaikan pasangan pilinannya.

Tiap konveyor pendek mempunyai standar tertentu sehingga dapat dipasang dengan konveyor pendek lainnya, yaitu dengan cara memasukkan salah satu poros sebuah konveyor ke lubang yang terdapat pada poros konveyor yang satunya lagi (Gambar 2.7).



**Gambar 2.7 : Screw Conveyor Coupling**

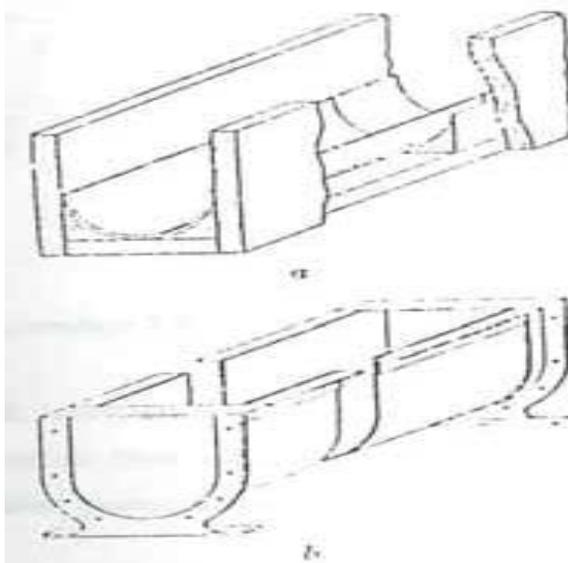
Wadah konveyor biasanya terbuat dari lempeng baja (Gambar 2.8), Panjang sebuah wadah antara 8, 10, dan 12 ft. Tipe wadah yang paling sederhana (Gambar 2.8-a) hanya bagian dasarnya, yang berbentuk setengah lingkaran dan terbuat dari baja, sedangkan sisi-sisi lurus lainnya terbuat dari kayu.

Untuk mendapatkan sebuah wadah yang panjang, wadah-wadah pendek disusun sehingga sesuai dengan panjang konveyor. Gambar 2.8-b menunjukkan wadah yang lebih rumit yang konstruksinya semuanya terbuat dari besi.

Perlu diketahui bahwa poros konveyor harus digantung pada persambungan yang tetap sejajar. Dua buah persambungan dibuat pada ujung wadah, dan sepanjang wadah harus tetap ada hanger atau penahan, Biasanya ada sebuah hanger untuk tiap bagian.

**Cara Kerja :**

Feed berupa pasta atau serbuk halus dimasukkan pada lubang. Flight yang digerakkan motor pada bagian pangkal akan bergerak, dan mendorong material hingga bergeser ke arah tujuan.



**Gambar 2.8 Wadah Screw Conveyor**

Gambar 2.9 menunjukkan beberapa tipe hanger. Gbr 2.9-a menunjukkan tipe paling sederhana dan paling murah. Gbr 2.9-b menunjukkan tipe yang mempunyai persambungan terpisah dan ditempatkan di wadah baja. Bentuk yang lebih rumit mempunyai persambungan yang dapat disetel dan juga dengan cara meminyaki yang lebih baik.

Jika bahan yang diangkut konveyor bersentuhan dengan persambungan hanger, seringkali minyak atau pelumas tidak dapat dipakai karena akan mencemari bahan tersebut, dan wadah kayu akan basah oleh minyak. Oleh karena itu, wadah dalam hanger dibuat dari besi putih cor (Gbr 2. 9-c) sehingga tempat bergerak dapat digunakan walaupun tanpa pelumas. Ujung dari wadah konveyor disebut box ends . Umumnya box ends awal berbeda konstruksinya

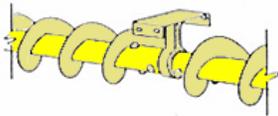




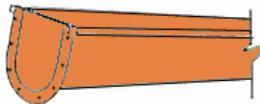
**THE CONVEYOR SCREW** imparts a smooth positive motion to the material as it rotates within the trough.



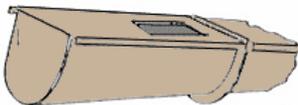
**COUPLINGS AND SHAFT** connect and transmit motion to subsequent screw conveyors. Held in place by self-locking Tem-U-Lac bolts.



**HANGERS** provide support, maintain alignment and serve as bearing surfaces.



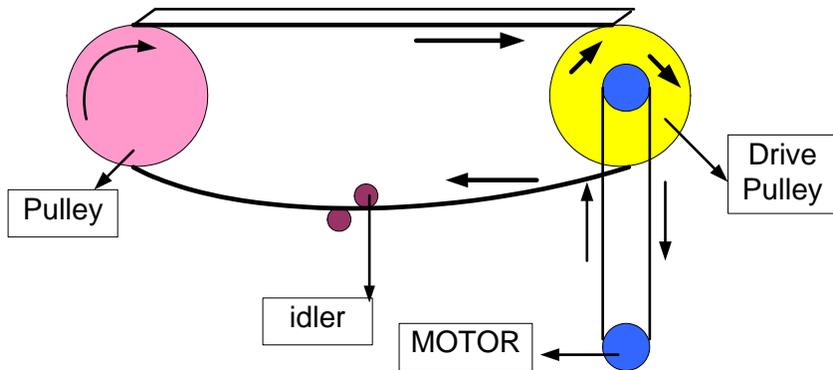
**TROUGHS AND CONVEYORS** completely enclose the material being conveyed and the rotating parts. Covers are available in various types and are secured to the trough by Spring, Screw, Tite-Seal or quick-acting Barron Clamps depending on the trough being used. Also available as in a tubular configuration with no cover required.



**INLET AND DISCHARGE OPENINGS** may be located wherever needed, discharge spouts may be without slides or fitted with either flat or curved slides. These slides may be operated by hand, rack and pinion gears, or by power.

## BELT CONVEYOR

Belt Conveyor merupakan suatu bentuk alat sederhana dalam industri untuk pengangkutan material – material padat. Material yang digunakan dalam bentuk butir, batubara, bijih dan lain – lain. Komponen utama dalam suatu belt conveyor terdiri dari belt, drive (motor), dan penyokong (idler). Belt dihubungkan dengan 2 buah pulley, dimana satu pulley yang satu digerakkan dengan motor, dan yang lainnya mengikuti (Gambar 2.11.). Penyokong belt (idler) digunakan untuk menahan beban material yang ada di atasnya belt dan supaya belt tidak terjadi pengenduran (Gambar 2.12.). Idler diletakkan dengan jarak tertentu dibawah belt. Apabila belt berjalan, idler juga akan bergerak dengan berputar tapi tetap pada tempatnya (Gambar 2.13.).



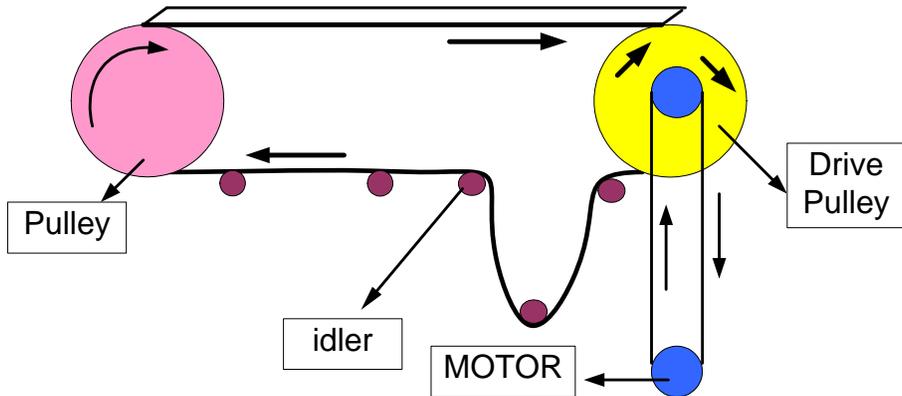
**Gambar 2.11. Cara Kerja beberapa komponen Belt Conveyor.**

(Perry, Robert H. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook Seventh Edition*. New York : Mc Graw-Hill Companies)



**Gambar 2.12. Bentuk Idler dalam Industri.**

([http://smec.en.alibaba.com/product/50377594-50126306/Belt\\_Conveyor\\_System.html](http://smec.en.alibaba.com/product/50377594-50126306/Belt_Conveyor_System.html))



**Gambar 2.13. Cara Kerja Idler pada Belt Conveyor.**

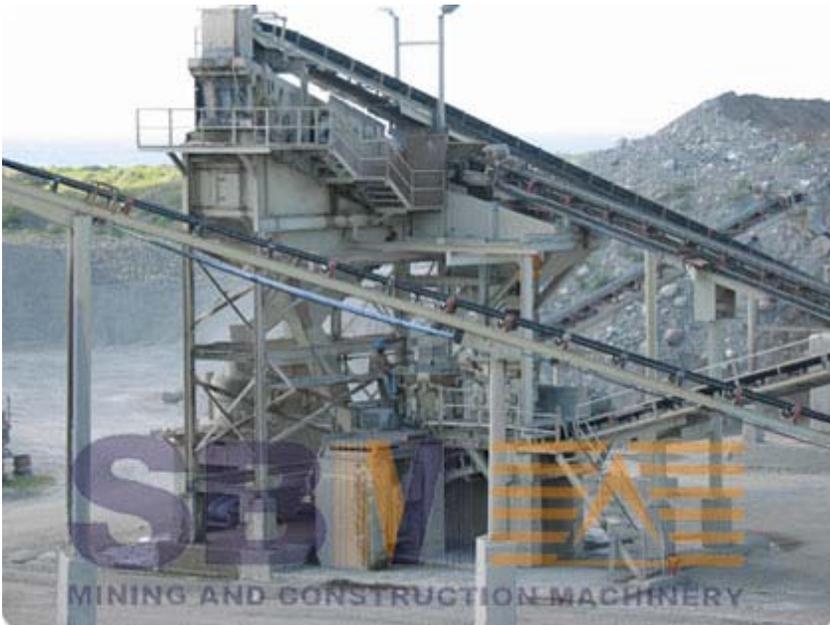
(Badger, Walter L. & Banchemo, Julius T. 1955. *Introduction to Chemical Engineering*. Tokyo : Mc. Graw - Hill)

Belt conveyor telah banyak diaplikasikan secara Universal di berbagai bidang. Sistem belt conveyor yang terpanjang di dunia adalah di Sahara Barat, dengan panjang 100 Km, dari tambang fosfat di Bu Craa, selatan pantai El-Aaiun (Gambar 2.14). Belt conveyor tunggal terpanjang bergerak dari Meghalaya di India ke Sylhet, Bangladesh, dengan panjang 17 Km membawa dan mengirim batu Gamping dan serpihan batu (Gambar 2.15.).



**Gambar 2.14. Aplikasi Kerja Belt di pertambangan Fosfat di Bu Craa.**

[http://en.wikipedia.org/wiki/belt\\_conveyor](http://en.wikipedia.org/wiki/belt_conveyor)



**Gambar 2.15. Aplikasi Kerja Belt di pertambangan Batuan.**

[http://www.crusher-in-china.com/belt\\_conveyor.html](http://www.crusher-in-china.com/belt_conveyor.html)

Belt conveyor dapat dioperasikan dengan perjalanan yang berjarak bermil – mil pada kecepatan (speed) belt mencapai 1000 ft/menit dengan suatu berat beban material yang diangkut mencapai 5000 tons/jam. Belt conveyor dapat juga dioperasikan pada jarak yang cukup pendek dengan kapasitas beban yang diangkut hanya beberapa pon/jam dan pengoperasian dilakukan pada saat – saat tertentu. Ukuran – ukuran belt dapat meliputi :

1. Pendek < 50 ft
2. Medium 50 – 100 ft
3. Panjang  $\pm$  1000 ft

Pada umumnya belt conveyor terbuat dari karet, namun belt dapat pula terbuat dari kanvas, kulit dan conveyor dengan roller, ataupun dengan Stainless Steel. Perbedaan bahan dasar suatu belt sangat menentukan berat beban yang akan dipakai serta jenis bahan material yang akan diangkut, sehingga sangat mempengaruhi kinerja dalam suatu industri. Beberapa permasalahan kondisi yang sangat mempengaruhi belt berupa :

1. Lingkungan

Lingkungan yang memiliki beberapa bentuk ketinggian pengangkutan sangat mempengaruhi bentuk kemiringan dari belt.

2. Material

Beberapa bentuk material, dari serbuk, batuan, hingga lembaran, sangat mempengaruhi bahan dasar dari belt, berupa karet, Stainless Steel ataupun roller.

### 3. Temperatur

Suhu yang terjadi pada lingkungan, maupun pada material, sangat berpengaruh pada kekenduran serta daya kinerja dari belt, bahkan kerusakan pada motor dan idler.

### 4. Kelembaban

Pada lingkungan yang memiliki kelembaban, sangat mempengaruhi kerja dan daya kerusakan bahan dasar belt, serta motor.

### 5. Pengontrolan kinerja serta penservisan

Kontrol kerja dari motor belt, akan mempengaruhi hasil produk, serta penservisan rutin setiap bulan, bahkan 2 minggu pada motor, dan idler perlu dilakukan untuk mencegah kemacetan atau kerusakan parah pada gigi (Gambar 2.16).



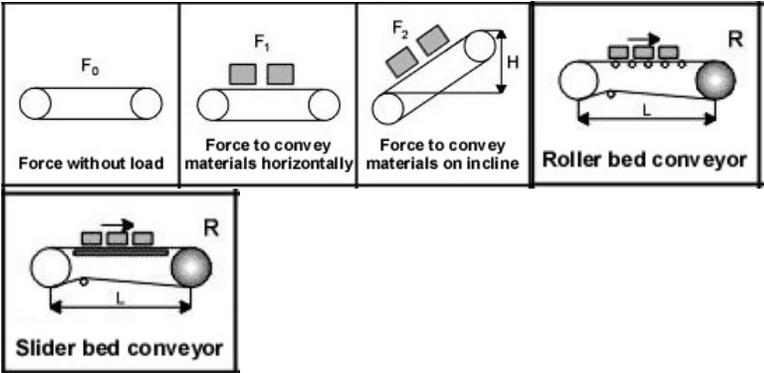
**Gambar 2.16. Penservisan Motor dan Pulley.**

(<http://www.steel-technology.com/contractors/materialshandling/kali/>)

### **CARA KERJA :**

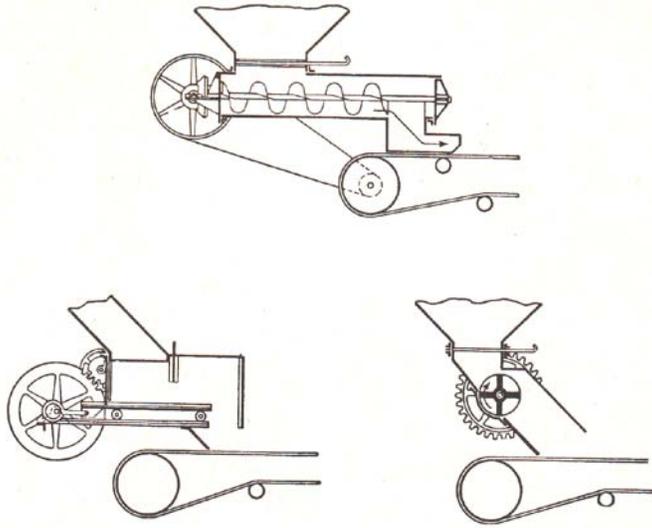
Ketika suatu feed (umpan berupa material) dimasukkan dalam sebuah corong tuang. Corong tuang yang digunakan senantiasa

memiliki kemiringan atau keserongan sudut tertentu agar material yang terjatuh tidak berserakan. Melalui corong tuang material dijatuhkan pada belt secara langsung, dapat pula dengan penggabungan alat. Belt conveyor yang menerima material akan bergerak maju sesuai dengan arah motor yang bergerak, dan dengan bantuan idler dalam menentukan sudut kemiringan dan belokan pada belt. Belt conveyor senantiasa bekerja secara Continue. Kerja motor yang menggerakkan pulley seringkali menyebabkan kerusakan gigi – gigi pada motor.



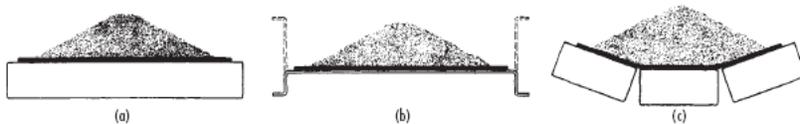
**Gambar 2.17. Cara Kerja Belt karet, Roller, dan Wide slider dengan bantuan idler.**

([http://www.conveyortechnology.com/ct\\_vdgc calculations.html](http://www.conveyortechnology.com/ct_vdgc calculations.html))



**Gambar 2.18. Penggabungan alat belt conveyor; (A) belt dengan screw; (c) belt dengan Hammer mill.**

(Badger, Walter L. & Banchemo, Julius T. 1955. *Introduction to Chemical Engineering*. Tokyo : Mc. Graw - Hill)



**Gambar 2.19. bentuk belt conveyor.**

(Perry, Robert H. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook Seventh Edition*. New York : Mc Graw-Hill Companies)

Keterangan Gambar :

2.19.a : Flat belt

Digunakan untuk berbagai material, dapat berupa serbuk maupun powder.

2.19.b : Flat belt dengan pembatas

Digunakan untuk pengangkutan material yang berupa serbuk halus. Di sisi belt diberi pembatas agar material tidak berhamburan.

2.19.c : Belt dengan kelengkungan  $45^\circ$

Digunakan material besar atau bongkahan.

Faktor yang mempengaruhi kinerja dari suatu belt conveyor dapat berupa :

1. Penampang beban

- Lebar belt
- Panjang belt
- Ukuran material
- Capacity belt
- Kecepatan motor belt



**Gambar 2.20. Penampang belt conveyor Karet.**

[http://smec.en.alibaba.com/product/50377594-50126306/Belt\\_Conveyor\\_System.htm](http://smec.en.alibaba.com/product/50377594-50126306/Belt_Conveyor_System.htm)

## 2. Bentuk belt

- Flat belt (sabuk datar)

Belt conveyor yang berbentuk horizontal, dari awal hingga akhir pengiriman material.



**Gambar 2.21. Bentuk flat belt conveyor.**

<http://www.asconveyorsystems.co.uk/belt-conveyors.html>

- Troughed belt (sabuk lengkung)

Belt Conveyor yang digunakan untuk mengangkat material – material dengan ketinggian tertentu, atau arah lengkungan tertentu.



**Gambar 2.22. Bentuk troughed belt conveyor.**

(<http://www.asconveyorsystems.co.uk/modular-plastic.html>)

### 3. Macam belt

- Karet

Suatu belt conveyor dengan bahan dasar karet sintetis,

kanvas, maupun kain. Sistem ini digerakkan dengan 2 pulley, pada sistem ujung – ujung karet.



**Gambar 2.23. Bentuk Karet belt conveyor.**

(<http://www.asconveyorsystems.co.uk/incline-elevating.html>)

- Roller

Roller merupakan suatu belt dengan bahan dasar Baja, baja paduan, aluminium baja tahan-karat dan Plastik Roller yang diputar dengan bantuan rantai ataupun karet kecil pada ujung sisi roller.

- Stainless Steel

Suatu belt berbentuk lempengan logam tipis yang digunakan untuk produksi makanan, protein mentah ( daging unggas, ikan), pabrik susu dan lingkungan dengan tingkat kesehatan tingkat tinggi.

- Wide

Suatu belt conveyer datar yang digerakkan dengan roller. Dasar belt tidak bergerak, digunakan untuk keseimbangan material yang dibawa, namun material bergerak dengan bantuan roller yang dipasang pada tiap motor.



**Gambar 2.26. Wide Plastic Belt conveyer membawa material berupa benda.**



**Gambar 2.27. Wide Plastic Belt conveyor.**

(<http://www.asconveyorsystems.co.uk/modular-plastic.html>)

#### 4. Power

- Power untuk menggerakkan Motor
- Power untuk menggerakkan belt
- Power untuk menaikkan material (belt conveyor miring)

Struktur suatu belt conveyor dapat berupa horizontal maupun vertical. Batas suatu sudut kemiringan belt maksimum pada belt conveyor sebesar  $30^{\circ}$ .

**Tabel 2.2. Sudut Kemiringan Beberapa Material**

No.	Material	Kemiringan Maksimum
1.	Pasir	15 °
2.	Kerikil dan Biji – bijian	18 °
3.	Gumpalan (batuan)	22 °
4.	Kapur, Semen dan bentuk Powder	23 °
5.	Potongan Kayu	27 °

Pengeluaran barang dan material – material dari belt ada 3 cara, antara lain :

1. Gaya Berat (Gravity)

Suatu metode yang dipakai dengan proses pengeluaran material pada ujung belt secara gaya gravitasi ( tanpa bantuan alat).



**Gambar 2.28. Gravity Belt conveyor.**

(<http://www.asconveyorsystems.co.uk/incline-elevating.html>)

## 2. Penggaruk (Scrapper)

Suatu metode pengeluaran material yang terletak pada sisi ujung kiri maupun kanan belt. Scrapper terbuat dari lempengan logam yang diletakkan diagonal dengan belt dan pada sisi atas. Bila bahan yang diangkut menyentuh logam, maka benda akan bergerak ke sisi tepi dan jatuh.

## 3. Idler Miring

Idler yang diletakkan pada bawah belt dengan posisi miring, sehingga material yang ada di atas belt.

## **Vibrating conveyor**

Vibrating conveyor merupakan salah satu jenis alat pemindah material padat dalam suatu industri kimia tapi zaman sekarang ini vibrating conveyor telah digunakan dalam berbagai bidang produksi yang berbahan kering. Alat ini di operasikan untuk mendistribusikan produk menuju proses pengepakan dengan tingkat kebersihan tinggi. Hal ini digunakan dan dimanfaatkan untuk pengemasan dalam industri makanan.

Kapasitas vibrating conveyor ditentukan oleh besarnya material yang dibawa. Feed atau umpan yang dapat diangkut oleh vibrating conveyor ini bisa berskala besar tetapi hanya feeder yang mempunyai ukuran intermediate (1 – 3 in) sampai dengan yang berbentuk powder, kerikil, semen, pasir dan lainnya. Kapasitas dari vibrating conveyor sangat besar dari 100 ton / jam hingga gram atau ons. Macam jenis vibrating conveyor (Gambar 2.29) yaitu :

1. Unbalanced vibrator.

Type ini yang paling sering digunakan, karena menghasilkan sebuah putaran yang berkekuatan tinggi.

2. Self Balancing Vibrator dan pendulum Vibrator.

Type yang bergerak secara bergantian.

3. Eccentric Vibrator.

Vibrator yang menggunakan sebuah pegas yang dihubungkan dengan tongkat.

4. Electromagnetic Vibrator

Vibrator digerakkan dengan suatu dinamo elektrik magnet.

Secara mekanis vibrating conveyor di rancang untuk beroperasi pada frekuensi yang konstan. Vibrating conveyor senantiasa disesuaikan pada kapasitas. Pengendalian gerak eksentrik dapat mempertahankan dan gaya dorong pada material.

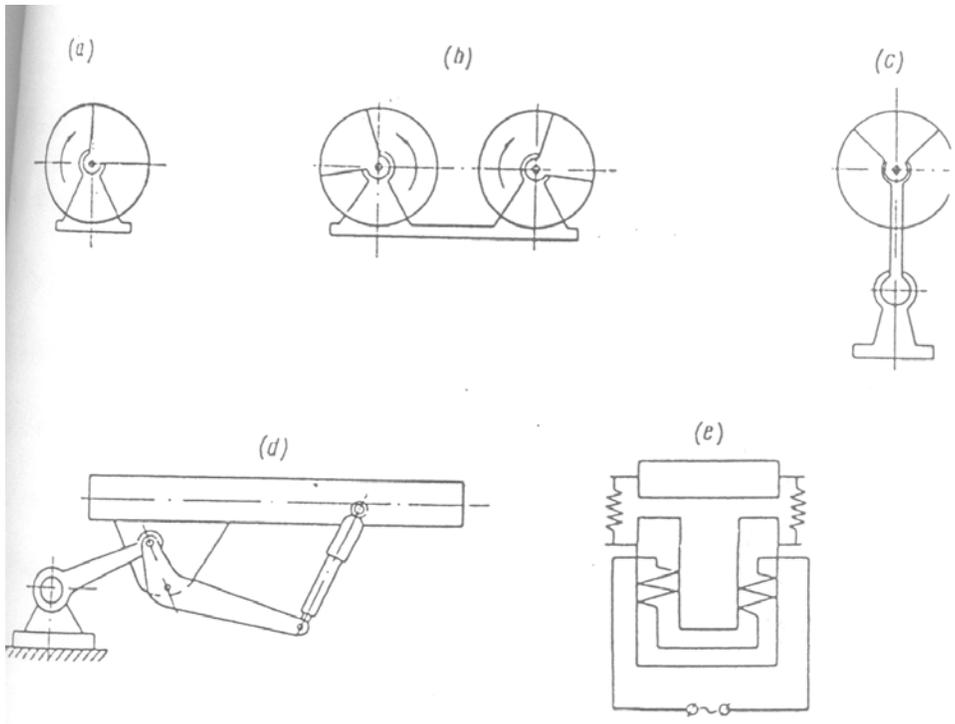


Fig. 190. Diagrams of vibrators:

*a*—unbalanced-type vibrator; *b*—self-balancing-type vibrator; *c*—pendulum-type vibrator; *d*—eccentric vibrator with damper; *e*—electromagnetic vibrator

**Gambar 2.29 : Vibrating Conveyor**

**CARA KERJA :**

Awal feed masuk ke dalam alat vibrating conveyor yang terdiri dari pan yang dilengkapi dengan per horizontal yang di getarkan oleh lengan eksentrik yang berhubungan . getaran tersebut menyebabkan feed bergerak kedepan dan meloncat kecil ke atas sepanjang conveyor Untuk menuju ke tempat yang lebih rendah / menuju alat lain.

Keuntungan :

- dapat memindahkan dengan kapasitas yang tinggi
- mempunyai standart kebersihan yang tinggi
- alat mudah dan cepat untuk di besihkan
- cara pengoperasian alat mudah

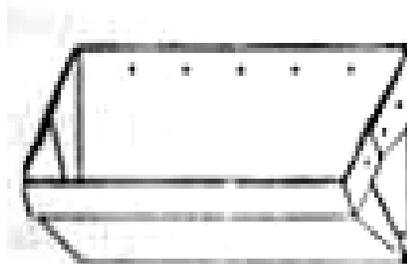
**Bucket Elevators**

Belt, scraper maupun apron conveyor mengangkat material dengan kemiringan yang terbatas. Belt conveyor jarang beroperasi pada sudut yang lebih besar dari 15-20° dan scraper jarang melebihi 30°. Sedangkan kadangkala diperlukan pengangkutan material dengan kemiringan yang curam. Untuk itu dapat digunakan Bucket Elevator.

Secara umum Bucket Elevator terdiri dari timba – timba (Bucket) yang dibawa oleh rantai atau sabuk yang bergerak. Timba -timba (Bucket) yang digunakan memiliki beberapa bentuk sesuai dengan fungsinya masing -masing.

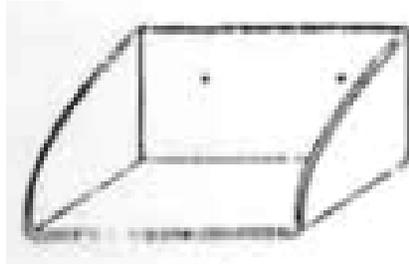
Bentuk - bentuk dari timba -timba (Bucket) dapat dibagi atas :

**a. Minneapolis Type :**



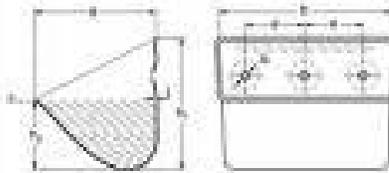
**Gambar 2.31. Bucket (timba) *Minneapolis Type*.**

**b. Buckets for Wet or Sticky Materials :**



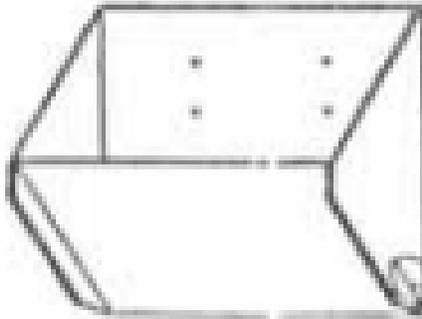
**Gambar 2.33. Bucket (timba) *Wet or Sticky Materials*.**

Bucket yang lebih datar. Dipergunakan untuk mengangkat material yang cenderung lengket.



**Gambar 2.34. Macam Bucket (timba) *Wet or Sticky Materials*.**

**c. Stamped Steel Bucket for Crushed Rock :**



**Gambar 2.35. Bucket (timba) *Crushed Rock*.**

Dipergunakan untuk mengangkut bongkahan -bongkahan besar dan material yang berat.



**Gambar 2.36. Macam Bucket (timba) *Crushed Rock*.**

Penggunaan :

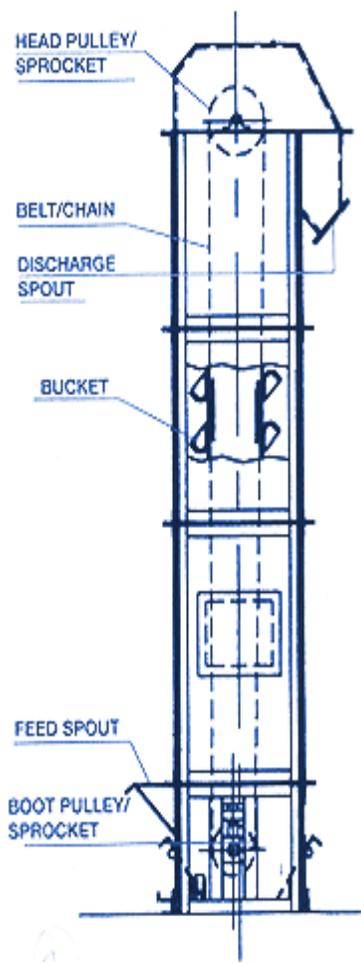
- dengan mengisi barang-barang seperti gula, pupuk, batu bara, atau semen
- Mentransfer sereal dengan sayur
- Mengisi sebuah oven dengan pasir, butir-butiran tanah.
- Mengisi crushers konversi mesin dan lainnya
- Transformasi kakao dan kopi
- Membuka kapal dengan sereal atau batu bara

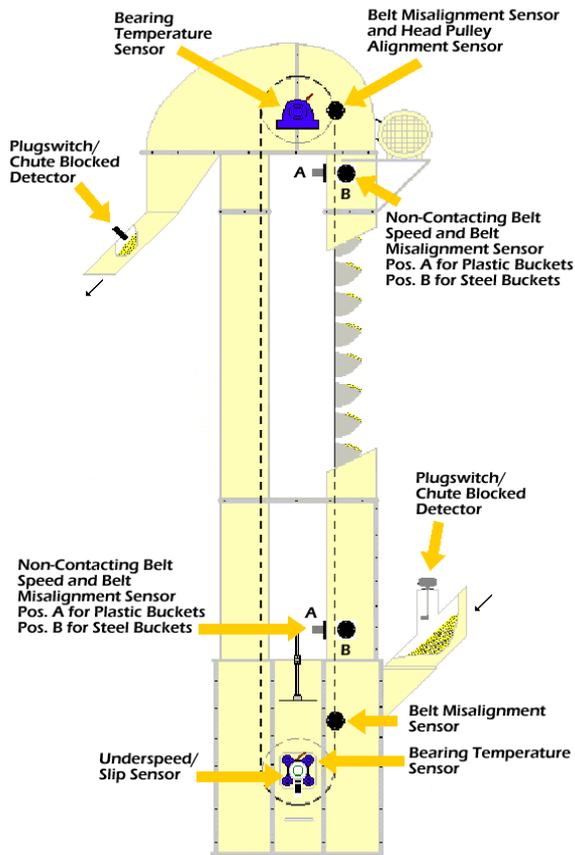
**Ember lift**, juga disebut **butiran kaki**, adalah sebuah mekanisme untuk penggerak mengalir suatu jenis material (paling sering gandum atau pupuk) secara vertikal. Terdiri dari:

1. Bucket yang membawa material
2. Belt atau Chain untuk membawa bucket
3. Aksesori untuk memuat bucket atau memilih material (feed), untuk menerima bahan habis, untuk menjaga dan ketegangan sabuk untuk disertakan dan melindungi lift.

Bucket lift dapat mengangkut berbagai massa dari bahan-bahan baik yang berat maupun ringan. Elevator vertikal tergantung sepenuhnya pada tindakan gaya sentrifugal untuk mendapatkan bahan ke dalam saluran pelepasan dan harus dijalankan dengan kecepatan relatif tinggi. Condong Elevators dengan ember selain mengatur jarak yang saling berdekatan, memiliki pemisahan untuk menetapkan sebagian bucket yang meluncur di bawah kepala kerek. Karena mereka tidak bergantung sepenuhnya pada gaya sentrifugal untuk menempatkan bahan ke dalam saluran, kecepatan mungkin relatif rendah. Hampir semua

sentrifugal keluarnya elevator memiliki jarak dengan bucket. Bucket mengambil beban boot, sebuah lubang, atau timbunan bahan di kaki kerek. Ini adalah sebuah ember lift, yang digunakan untuk membawa bahan-bahan sulit di kecepatan lambat. Pada awalnya bucket Elevator terdiri dari flat rantai kecil dan bucket yang terpasang pada setiap beberapa inci. Peristiwa konstruksi menggunakan tali karet dengan ember plastik. katrol yang digerakkan oleh motor listrik. Biasanya Belt beroperasi pada kecepatan dari 150-250 Rpm. Di bagian atas lift memungkinkan gandum untuk dikirim ke bin dipilih. Perangkat yang sama rata dengan langkah ini kadang-kadang digunakan sebagai lift untuk manusia, misalnya, untuk karyawan parkir di garasi. (Ini semacam lift umumnya dianggap terlalu berbahaya untuk membolehkan digunakan oleh masyarakat umum.)





**Gambar 2.37. Cara kerja Bucket elevator.**

**Cara kerja :**

Pada gambar a dan b kurang lebih memiliki cara kerja yang sama yaitu : Feed diletakkan tersebar dan merata pada Feed Spout (corong feed) kemudian Bucket akan meraup feed dan Belt/chain yang digerakkan oleh pulley (kerekkan) akan menggiring naik bucket hingga mencapai Head Pulley Sprocket (gigi kerekkan atas) kemudian feed akan didorong ke discharge spout (corong pemisah) lalu terdapat saringan-saringan yang dimana terdapat

tempat tersendiri untuk masing-masing ukuran feed kemudian bucket akan berjalan tertungkup ke bawah untuk pengisian selanjutnya.



# **BAB III**

## **SCRUBBER**

### **I.1 Latar Belakang**

Pengendalian pencemaran akan membawa dampak positif bagi lingkungan karena hal tersebut akan menyebabkan kesehatan masyarakat yang lebih baik, kenyamanan hidup lingkungan sekitar yang lebih tinggi, resiko yang lebih rendah, kerusakan materi yang rendah, dan yang paling penting ialah kerusakan lingkungan yang rendah. Faktor utama yang harus diperhatikan dalam pengendalian pencemaran ialah karakteristik dari pencemar dan hal tersebut bergantung pada jenis dan konsentrasi senyawa yang dibebaskan ke lingkungan, kondisi geografik sumber pencemar, dan kondisi meteorologis lingkungan.

Pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengendalian pada sumber pencemar dan pengenceran limbah gas. Pengendalian pada sumber pencemar merupakan metode yang lebih efektif karena hal tersebut dapat mengurangi keseluruhan limbah gas yang akan diproses dan pada akhirnya dibuang ke lingkungan. Di dalam sebuah pabrik kimia, pengendalian pencemaran udara terdiri dari dua bagian yaitu penanggulangan emisi debu dan penanggulangan emisi senyawa pencemar.

Scrubber dapat juga dikatakan berfungsi untuk mengurangi polutan udara yang dihasilkan oleh gas buang suatu industri.

**Scrubber**, didefinisikan sebagai alat pemisahan suatu partikel solid (debu) yang ada di gas atau udara.

## **I.2 Tujuan**

Tujuan dari makalah ini yaitu mengklasifikasikan jenis alat pemisah partikel-partikel solid di udara (scrubber). Serta mengetahui gambar dan cara kerja scrubber.

## **I.3 Manfaat**

Manfaat dari klasifikasi scrubber yaitu kita dapat mengetahui jenis dan kegunaan alat tersebut serta perbedaan cara kerja alat menurut jenisnya.

**Scrubber mempunyai definisi secara umum yaitu** suatu variasi peralatan yang digunakan untuk memisahkan partikel-partikel solid dari udara/gas. Pada umumnya, scrubber mampu menghasilkan partikel solid dengan ukuran  $5\mu$  diameter. Namun ada yang lebih spesifik yaitu mampu menghasilkan partikel dengan ukuran  $1\mu$ - $2\mu$  diameter.

Scrubber dapat juga dikatakan berfungsi untuk mengurangi polutan udara yang dihasilkan oleh gas buang suatu industri. Pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengendalian pada sumber pencemar dan pengenceran limbah gas. Pengendalian pada sumber pencemar merupakan metode yang lebih efektif karena hal tersebut dapat mengurangi keseluruhan

limbah gas yang akan diproses dan yang pada akhirnya dibuang ke lingkungan. Di dalam sebuah pabrik kimia, pengendalian pencemaran udara terdiri dari dua bagian yaitu penanggulangan emisi debu dan penanggulangan emisi senyawa pencemar.

**Keuntungan Scrubber adalah :**

- a. Harga terjangkau dan tidak memakan banyak tempat.
- b. Dapat digunakan dalam temperatur yang tinggi.

**Kerugian Scrubber adalah :**

- a. Biaya pengoperasian dan biaya pemeliharaan yang tinggi.
- b. Memerlukan perawatan awal sebelum digunakan.
- c. Dapat menyebabkan polusi air.
- d. Pada percepatan tinggi, dapat menyebabkan erosi pada dinding dalam scrubber.
- e. Memerlukan perlindungan pendinginan.

**Beberapa jenis scrubber akan dijelaskan dibawah ini :**

**A. WET SCRUBBER.**

**Wet Scrubber dapat didefinisikan** sebagai alat pemisahan suatu partikel solid (debu) yang ada di gas atau udara dengan menggunakan cairan sebagai alat bantu. Air adalah cairan yang pada umumnya digunakan dalam proses scrubbing, meskipun dapat juga digunakan cairan lainnya (seperti : asam sulfat, dll).

Wet scrubber dapat mengurangi polutan udara yaitu penanggulangan emisi debu dan penanggulangan emisi senyawa

pencemar yang dihasilkan oleh gas buang suatu industri dalam sekali proses.

Pada umumnya, wet scrubber mampu menghasilkan partikel dengan ukuran  $5\mu$  diameter. Namun ada yang lebih spesifik yaitu mampu menghasilkan partikel dengan ukuran  $1\mu$ - $2\mu$  diameter.

### **Mekanisme Kerja Scrubber antara lain :**

- ✓ Impingement (pengontakan)

Suatu campuran gas dengan partikel solid (debu) masuk dengan cepat melalui inlet lalu dikontakkan dengan cairan dengan cara dispray sehingga partikel debu akan tersangkut dalam cairan.
- ✓ Difusi (penyebaran)

Partikel-partikel solid tersebut dialiri oleh gas yang kemudian menyebabkan partikel tersebut menyebar berupa tetesan-tetes.
- ✓ Humidifikasi (melembabkan)

Tetes-tetes tersebut lalu diflotasikan (melayang) dengan cara humidifikasi, yaitu mengubah permukaan tetes-tetes tersebut menjadi elektrostatis. Lalu, memisahkannya berdasarkan ukuran tetes (besar dan kecil) secara mekanik. Cara seperti ini biasanya digunakan untuk debu berkonsentrasi tinggi dan tergantung pada kondisi spesifik debu dan gas-gas lain yang terlibat.
- ✓ Kondensasi (pengembunan)

Apabila tetes-tetes itu telah mencapai dew point (titik pengembunan), maka akan terjadi peristiwa

pengembunan. Proses yang dilakukan secara mekanik ini akan mengembunkan tetesan lebih efektif dan ukurannya lebih seragam. Mekanisme ini penting untuk gas panas dengan konsentrasi debu yang kecil. Untuk konsentrasi yang lebih besar perlu ditambahkan jumlah proses kondensasi tersebut.

✓ Wetting (pembasahan)

Proses ini sebenarnya tidak berperan penting dalam scrubber. Ini dilakukan agar tidak terjadi naiknya partikel debu setelah menjadi tetesan ( proses pembasahan dilakukan agar partikel-partikel debu yang telah menjadi tetesan tidak ikut keluar bersama gas lagi).

✓ Partisi Gas (gas pendukung)

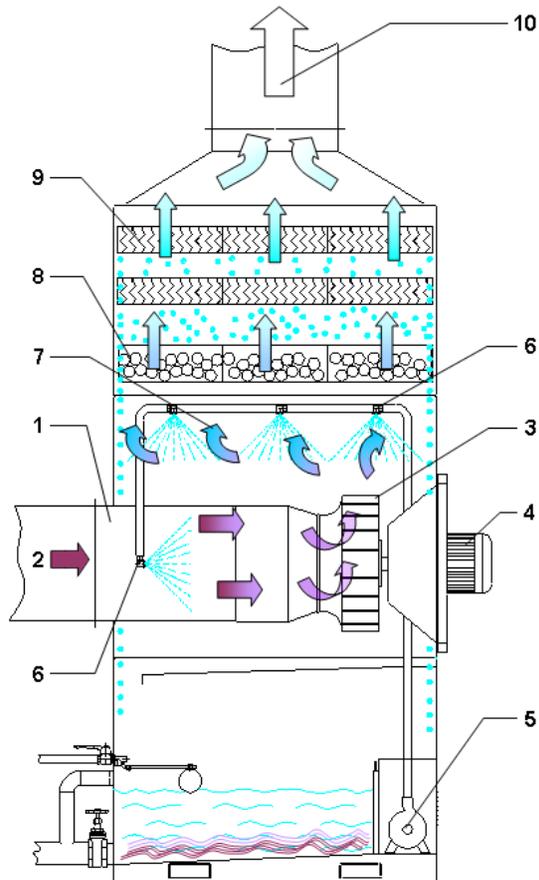
Jika pada suatu gas dilewatkan cairan atau busa, gas akan dipecah menjadi elemen – elemen yang kecil dimana jarak antara partikel yang tersuspensi dan cairan yang melingkupinya relative kecil. Dalam beberapa proses terjadi pemisahan yang diakibatkan oleh gaya gravitasi, dalam hal ini cairan bertindak sebagai awal pemisahan.

✓ Dust Disposal (pembuangan debu)

Dalam beberapa scrubber, cairan tidak dipisahkan oleh gas tetapi mengalir sebagai pengisi diatas permukaan. Terkecuali dari efek Humidifikasi dan Wetting adalah untuk membersihkan permukaan dan mencegah debu naik keatas, hasil yang nyata terjadi juga karena melibatkan tindakan mekanik yang spesifik.

✓ Electronic Precipitaion

Faktor ini juga berperan dalam proses scrubbing, namun mekanismenya sulit dipahami dan hanya untuk kondisi yang amat penting serta hanya terjadi dalam beberapa proses.



### Contoh gambar Wet Scrubber :

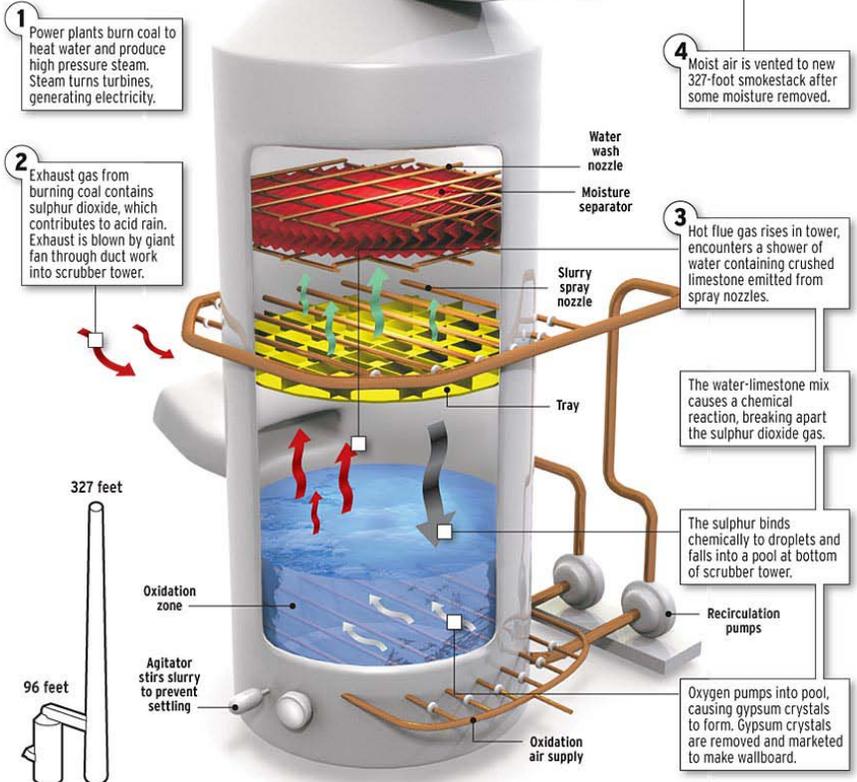
Keterangan gambar :

1. Penghisap udara/gas
2. Inlet udara/gas
3. Kipas pemusing udara/gas
4. Motor kipas

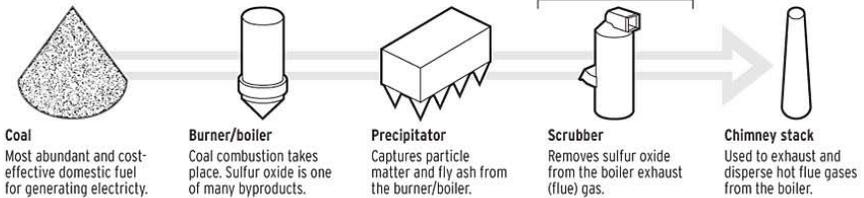
5. Pompa sirkulasi air
6. Pipa spray cairan
7. Aliran udara/gas
8. Filter bola
9. Alat penetes embun
10. Outlet udara/gas

## HOW IT WORKS

A scrubber, like the one dedicated Wednesday by Progress Energy, reduces the emission of sulphur dioxide by using a filtration system.

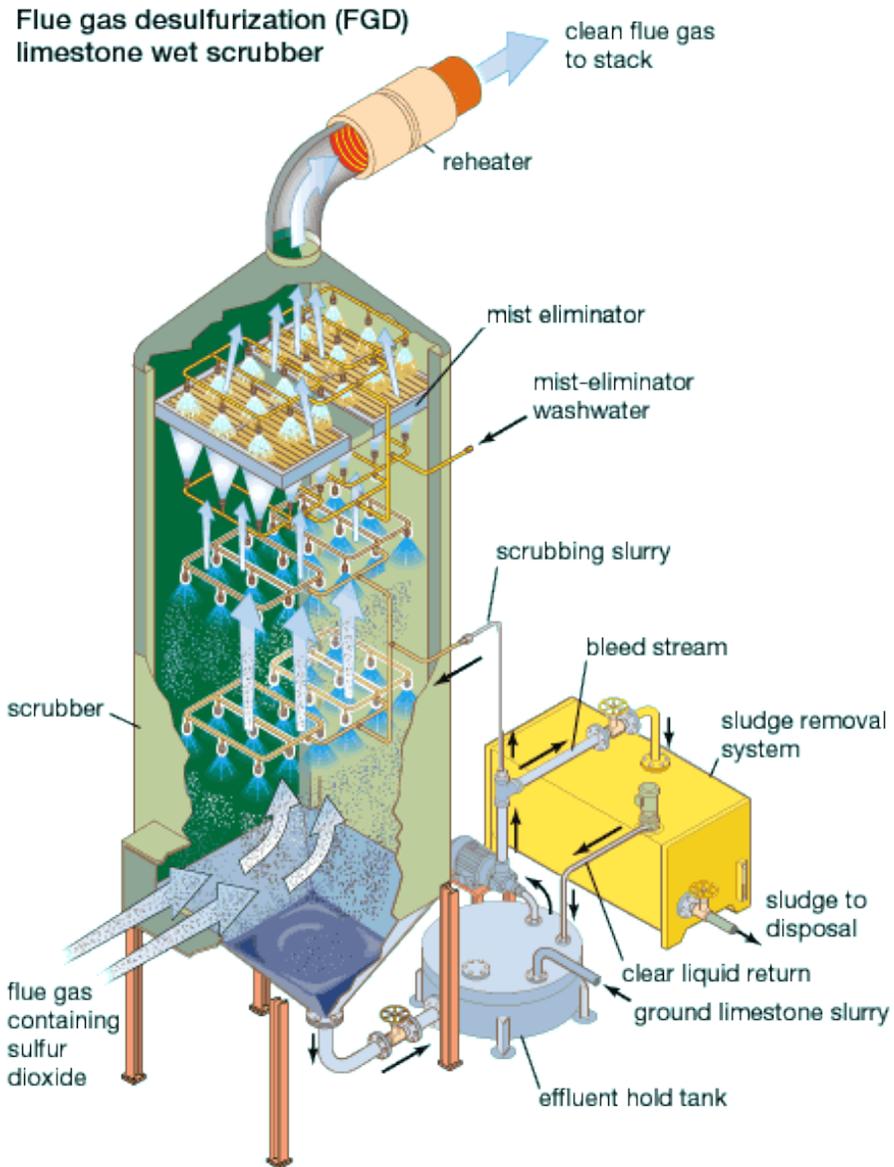


### Process of burning coal



Source: Edison Electric Institute

MICHAEL BARTES / The News & Observer



**Beberapa keuntungan dari scrubber basah antara lain :**

1. Scrubber basah mempunyai kemampuan untuk menangani embun dan temperatur tinggi.

2. Dapat mengurangi polutan udara yaitu penanggulangan emisi debu dan penanggulangan emisi senyawa pencemar yang dihasilkan oleh gas buang suatu industri dalam sekali proses.
3. Scrubber dapat menetralkan gas yang bersifat menghancurkan.

**Kerugian dari scrubber basah antara lain :**

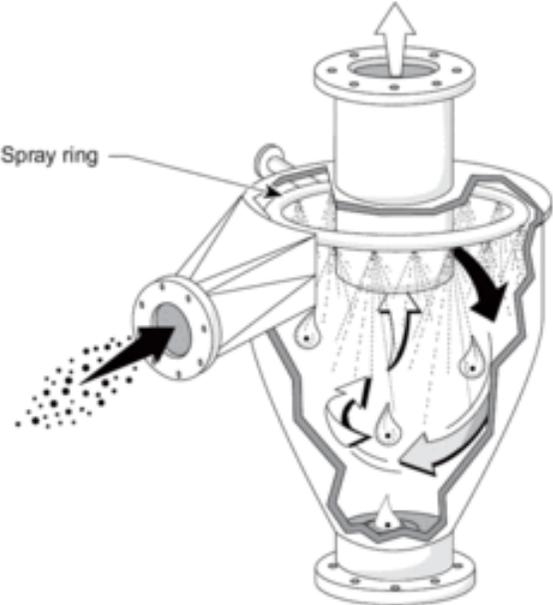
1. Karatan ( korosi).
2. Kebutuhan akan perawatan atau penggunaan kembali dari cairan yang ditambahkan.

**B. CYCLONE SCRUBBER**

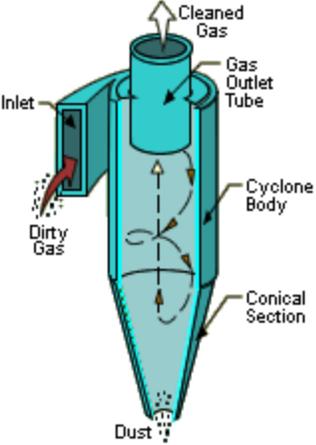
Cyclone scrubber terdapat pada beberapa tipe scrubber yang menggunakan metode siklon. Ada yang di dalam lubang vertikal bagian tengahnya terdapat bermacam-macam alat penyemprot cairan. Namun, ada juga terdapat pemisahan cairan yang dilakukan melalui proses disintegrator (penghancur) dengan mengalirkan gas melalui saluran tertentu. Beberapa unit cyclone scrubber biasanya telah memiliki bagian disintegrator di dalamnya. Kecepatan gas dalam tower (menara) antara 4-8 ft/sec dan dengan pressure drop sebesar 2-8 in. wtr dengan rate sirkulasi air sebesar 3-10 gal/min tiap 10 hp dari keseluruhan gas yang digunakan.

Fungsi dari cyclone scrubber sangat efektif untuk menetralkan gas-gas beracun seperti belerang, chlor, dsb. Ada juga yang mempunyai suhu diatas 180°F sehingga fungsinya juga sebagai pendingin dari gas buang industri kimia. Rentang ukuran debu yang dapat dipisahkan ialah antara 3 - 5 mikron.

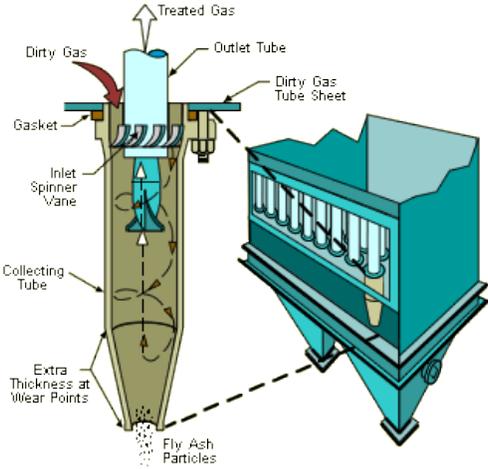
**Contoh gambar Cyclone Scrubber :**



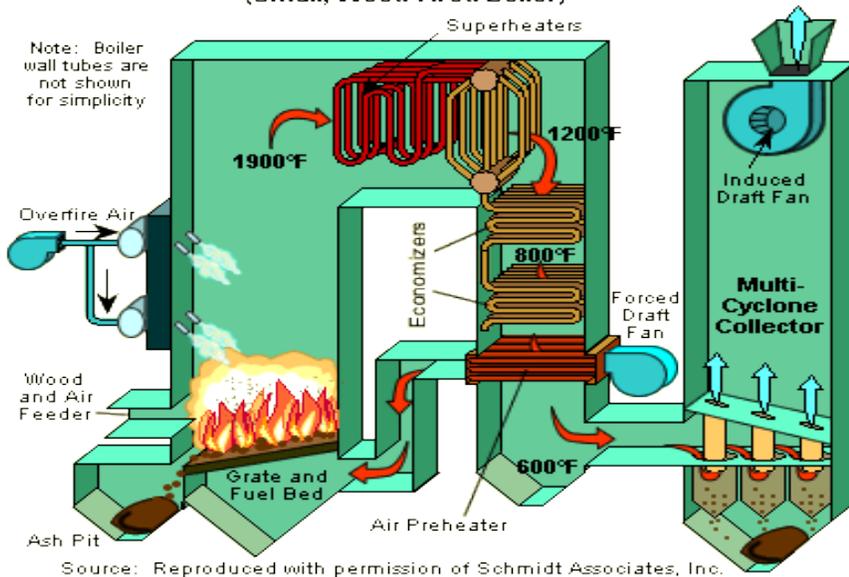
**Figure 1. Top-Inlet Large-Diameter Cyclone**



**Figure 2. Small-Diameter Multi-Cyclone Collector**



**Figure 3. Small-Diameter Multi-Cyclone Collector (Small, Wood-Fired Boiler)**



### C. VENTURI SCRUBBER

Satu pengembangan terbaru dalam bidang gosokan gas adalah venturi scrubber, yang mana telah ditemukan bermanfaat untuk koleksi asam belerang berkabut. Metode pemisahan venturi didasarkan atas kecepatan gas yang tinggi pada bagian yang disempitkan dan kemudian gas akan bersentuhan dengan butir air yang dimasukkan di daerah sempit tersebut.

Alat ini dapat memisahkan partikel hingga ukuran 0,1 mikron dan gas yang larut di dalam air. Venturi scrubber menggunakan tekanan rendah (sekitar 5 lb/sq. In) pada lorong venturi dengan kecepatan gas 200-300 ft/sec. Air, produk, dan gas buang dikumpulkan dalam mesin pemisah ( separator ) dengan metode

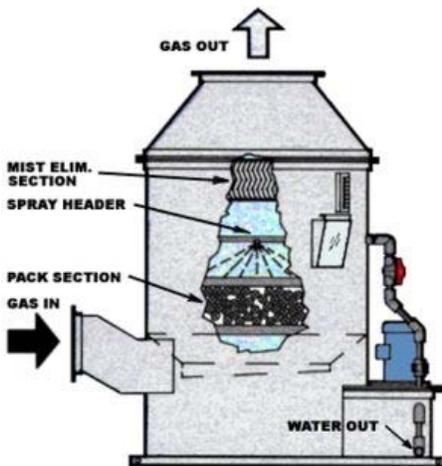
siklon yang ada pada bagian lorong venturi itu. Pressure dropnya sebesar 15 in. Wtr dengan konsumsi air sebesar 3 gal/ mnt tiap power 10 hp.

#### D. PACKED SCRUBBER

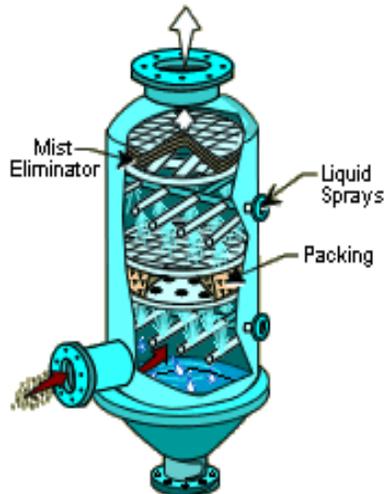
Merupakan jenis scrubber dengan menara yang terbuat dari keramik, namun kurang efektif untuk partikel berukuran 5 u diameter kecuali jika flokulasi debu terjadi karena pengembunan (kondensasi). Yang di harapkan pada metode ini ialah dengan menjaga debu tetap pada ukurannya serta mencegah debu naik kembali. Kelemahan yang ada disini yaitu kemungkinan terjadi penyumbatan saluran akibat debu.

**Contoh gambar Chamber Scrubber :**

Gambar 1- phaser packed tower fume



**Figure 1. Packed Tower Wet Scrubber**



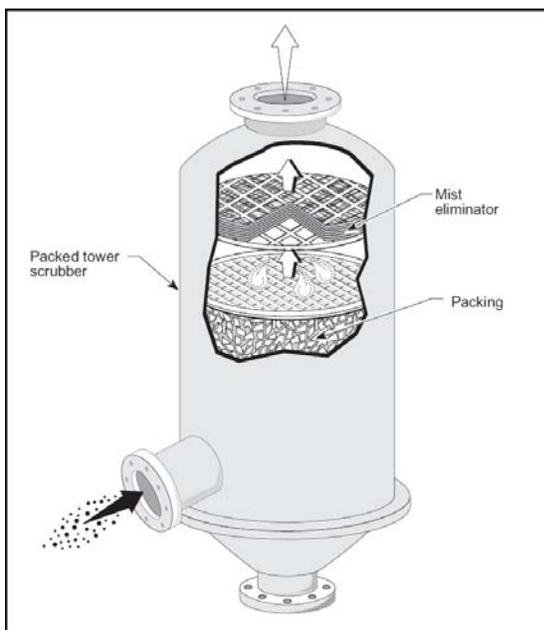
scrubber

gambar 2-packet bet menara

## E. CHAMBER SCRUBBER

**Scrabber** jenis ini memiliki pencuci udara yang konvensional dimana gas akan di alirkan sampai ketempat penyemprotan dengan arah aliran yang sejalan atau berlawanan. Satu set eliminator yang di pasang zig zag diletakkan pada saluran keluar, serta plat-plat di pasang dalam ruangan penyemprot.

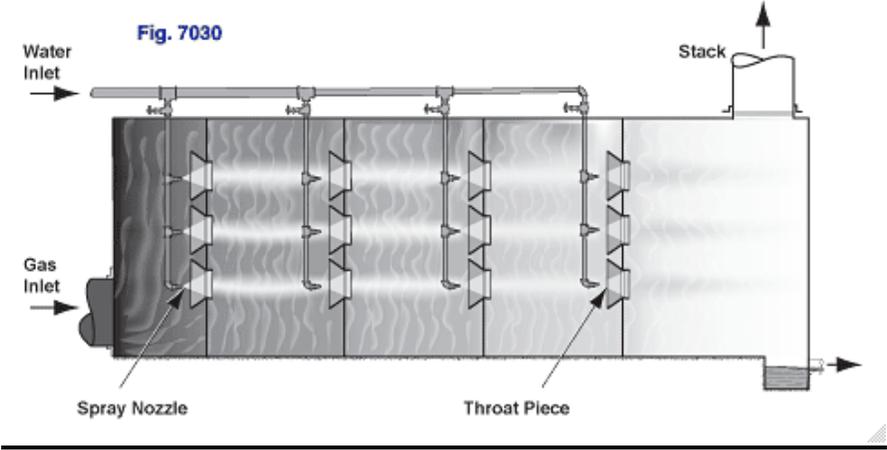
Proses pendingin gas terjadi saat gas melalui tangki selinder dengan penyemprot pada bagian atas. Beberapa tangko atau menara juga memiliki sekat pada sisi yang berlawanan yang juga berfungsi sebagai alat penyemprot. Pada proses untuk memisahkan produk cair dan gas, pada saluran keluarnya terdapat alat pembalik gas (gas reversel) dan juga suatu chamber (ruangan) khusus pada saluran



outlet. Biasanya bahan bakunya dari logam besi atau baja dengan ukuran 3 – 72 in. Kapasitas untuk inlet 50.000 cu ft/min. Ada juga tipe

lain dimana gas akan dilewatkan melalui kamar khusus penyemprot yang terdiri atas lorong venturi dengan lobang penyemprot dengan konsumsi air 15 gal/min tiap 10 hp.

**Contoh gambar Chamber Scrubber :**



## DAFTAR PUSTAKA

Badger, Waiter & Banchero, Julius, Introduction to Chemical Engineering, 1955, Kosald Printing Co, Ltd : Tokyo, Japan.

Brown, Granger, George, Unit Operations, 1950, Modern Asia Edition : Tokyo, Japan.

Donald Q. Kern. Process Heat Transfer

Perry, H, Robert, Chemical Engineers Handbook Edition 5, 1973, MC Graw Hill Company : Tokyo, Japan.

Principles of unit operations second edition, Jhon Wiley & sons

[www. google. com](http://www.google.com)