

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Perusahaan semen di Indonesia sangat pesat dan mempunyai peranan penting dalam pembangunan. Semen merupakan pondasi dalam suatu bangunan, jika bangunan tidak menggunakan campuran semen maka bangunan tersebut tidak akan bertahan lama. Oleh sebab itu semen merupakan bahan pokok dalam pembangunan. Karena meningkatnya permintaan terhadap kebutuhan semen sangat tinggi maka persaingan antar perusahaan semen semakin ketat. Dalam hal ini banyaknya persaingan antar perusahaan akan menuntut kinerja dan kualitas produksi dalam menghadapi persaingan pasar. Hal ini merupakan peluang bagi industri semen untuk dapat menutupi kebutuhan semen dengan melakukan optimasi proses di segala produksi semen. Hal ini untuk meningkatkan kualitas maupun kuantitas hasil produksi semen tersebut. Dalam hal inilah penulis melakukan studi kasus di PT. Tri Arta Aditama sebagai pabrik penghasil semen.

Dengan meningkatnya permintaan terhadap semen, maka salah satu pilihan alat penggilingan yang digunakan oleh PT. Tri Arta Aditama adalah *vertical roller mill*. Tapi, semen yang dihasilkan oleh alat ini tidak sehalus yang dihasilkan dengan *ball mill* sehingga mempengaruhi hasil produk semen itu sendiri.

Bahan utama dari semen adalah terak yang digiling bersama-sama dengan gypsum dan bahan ketiga di dalam alat penggiling. Material yang telah digiling akan melalui proses pemisahan antara yang halus dan yang kasar. Material halus yang memenuhi spesifikasi kualitas akan menjadi produk sedangkan yang kasar akan direcycle kembali kedalam *vertical mill*. Dalam proses pemisahan material merupakan peranan penting di dalam operasi penggilingan semen.

Alat pemisah (*separator*) yang digunakan dalam unit proses penggilingan semen berdasarkan prinsip pemisahan dengan bantuan isap udara. Udara sangat penting dalam proses pemisahan material hasil penggilingan, isapan udara dihasilkan dari *blower*.

Untuk partikel semen yang ukurannya memenuhi kebutuhan akan terbawa udara panas menuju *cyclon*. *Cylon* berfungsi untuk memisahkan antara partikel

yang cukup halus dan partikel yang terlalu halus (debu) partikel yang cukup halus akan turun kebagian bawah *cylon* dan dikirim ke *blinding silo* untuk mengalami pengadukan dan *homogenisasi*. Partikel yang terlalu halus (debu) akan terbawa udara panas menuju *bag filter (Dust collector)* untuk menangkap debu-debu tersebut sehingga tidak lepas ke udara. Dan debu-debu yang tertangkap akan dikumpulkan di dalam *dust bin*, sementara itu udara akan keluar melalui *stack*.

Bag filter (Dust collector) akan menyaring debu dalam ukuran tertentu sehingga tidak dapat menembus *filter*. Debu yang menempel pada *filter* akan menyebabkan adanya lapisan tebal sehingga *bag filter* menjadi tidak berfungsi. Untuk itu *bag filter* dilengkapi dengan *system flashing*. *System flashing* akan menembakkan udara ke *filter*, dan menghancurkan debu yang menempel sehingga debu tersebut masuk kedalam *bag filter (Dust collector)*.

Blower pada proses semen berfungsi untuk menghisap material semen dari *vertical mill* menuju *dust collector*. Putaran *blower* sangat mempengaruhi hasil dari produksi semen, karena semakin besar putaran *blower* maka semakin besar juga udara hisap yang dihasilkan sehingga material yang terbawa menuju *dust collector* akan semakin besar dan hasil dari kapasitas dari produksi semen akan meningkat juga seiring dengan besarnya putaran *blower*.

Anggodo (2011), meneliti pengaruh kecepatan angin terhadap hasil produksi pada *dust collector* pabrik rokok, dengan variasi kecepatan angin 25 m/s dan 30 m/s. Dari hasil penelitian tersebut di peroleh semakin tinggi kecepatan angin semakin besar hasil dari produksinya.

Dari latar belakang diatas dapat dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh putaran *Blower* pada *dust collector* di *vertical mill* terhadap hasil kapasitas produksi semen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh dari putaran *blower* di *dust collector* terhadap hasil produksi semen pada *vertical mill*?
2. Bagaimana hasil kapasitas produksi semen yang tertinggi di *vertical mill*?

1.3 Batasan Masalah

Agar menjadikan penelitian ini lebih terarah maka diperlukan batasan-batasan masalah yang meliputi hal-hal di bawah ini:

1. Meneliti pengaruh putaran *blower*.
2. Suhu dan tekanan pada *dust collector* diabaikan.
3. Buka *damper* pada *blower* 100%.
4. Tidak menghitung besaran komposisi kimia bahan baku semen.
5. Hanya menghitung hasil kapasitas dari produksi semen.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil kapasitas produksi semen dari putaran *blower* pada *dust collector* di *vertical mill*.
2. Untuk mendapatkan hasil kapasitas produksi semen yang tertinggi di *vertical mill*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, mengetahui pengaruh putaran *blower* pada *dust collector* terhadap hasil kapasitas produksi semen di *vertical mill*.
2. Bagi Umum, sebagai referensi khususnya mahasiswa teknik mesin dalam penelitian-penelitian yang berhubungan dengan penggilingan akhir pada pabrik semen.
3. Bagi industri semen, untuk mengoptimalkan hasil dari produksi semen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Irianto Teguh dkk (2010) dari penelitiannya tentang optimasi proses pemisahan di unit penggilingan semen. Penelitian tersebut mengoptimalkan efisiensi proses pemisahan di unit proses penggilingan semen dengan optimasi jumlah udara yang masuk kedalam *separator*. Sehingga di dapatkan hasil kesetimbangan aliran udara mempengaruhi kinerja *separator* dan jumlah tailing *separator* berkurang sebesar 15% dari sebelumnya 40% menjadi 25% dari produk *finish mill*.

Anggodo (2011) dari penelitiannya tentang pengaruh kecepatan angin terhadap hasil produksi pada *dust collector* pabrik rokok, dengan variasi kecepatan angin 25 m/s dan 30 m/s. Dari hasil penelitian tersebut di peroleh semakin tinggi kecepatan angin maka semakin besar hasil dari produksinya.

Dengan adanya penelitian sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil optimal produksi semen dengan cara menentukan putaran *blower* pada *dust collector*.

2.2 Semen

2.2.1 Definisi Semen

Semen berasal dari *caementum* yang berarti bahan perekat yang mampu mempersatukan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kokoh atau suatu produk yang mempunyai fungsi sebagai bahan perekat antara dua atau lebih bahan sehingga menjadi suatu bagian yang kompak. Secara umum semen dapat didefinisikan sebagai bahan perekat yang dapat merekatkan bagian-bagian benda padat menjadi bentuk kuat dan keras. Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa kalsium oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa: silika oksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3) dan magnesium oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh

sebagian untuk membentuk *clinker* yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai. Hasil akhir dari proses produksi dikemas dalam kantong/zak dengan berat rata-rata 40 kg atau 50 kg.

Untuk mendapatkan kualitas yang lebih baik, pada proses produksi semen sangat dipengaruhi oleh.

- Komposisi bahan baku atau material semen.
- Partikel *size* atau kehalusan semen.
- Kadar air pada semen.

2.2.2 Komposisi bahan baku

Sesuai dengan fungsinya, bahan mentah dalam industri semen dibagi atas tiga kelompok yaitu:

1. Bahan mentah utama (*Raw Materials*)

Bahan mentah ini merupakan bahan yang tidak bisa di ganti kedudukannya dengan bahan lain, karena semen sebagian besar tersusun dari bahan ini, yaitu batu gamping dan batu lempung. Kedua bahan ini memegang peranan yang sangat penting, karena pada bahan ini mineral *calcareous* ($\text{CaCO}_3 > 75\%$) dan mineral *argillaceus* ($\text{CaCO}_3 < 75\%$) terdapat senyawa CaO . Pada adonan semen batu gamping mempunyai komposisi 70% - 75% dan batu lempung 15% - 20%.

2. Bahan korektif (*Corrective Materials*)

Bahan korektif untuk pembuatan semen yaitu pasir besi ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$) dan pasir kuarsa (SiO_2), komposisi untuk adonan semen dari kedua bahan ini termasuk unsur minor karena berjumlah paling kecil. Pasir kuarsa mempunyai komposisi 0,5% - 1,0% sedangkan pasir besi 0,0% - 0,5% dari keseluruhan adonan semen. Bahan ini dipakai apa bila terjadi kekurangan salah satu komponen pada pencampuran bahan- bahan mentah utama, misalnya kekurangan unsur CaO , SiO_2 atau $\text{Al}_2 \text{O}_3$ dalam adonan. Sedangkan pasir besi kadang-kadang dapat diganti atau bahkan tidak di pergunakan sama sekali, apabila unsur yang terkandung di dalamnya sudah tersedia.

3. Bahan tambahan (*Additive Materials*)

Bahan tambahan yaitu gipsum, yang ditambahkan pada saat pembuatan semen sedang berlangsung, dicampurkan pada klinker atau ditambahkan pada *raw-mix*. Komposisi gipsum dalam semen yaitu sekitar 4% - 6% dari keseluruhan bahan semen dan bahan ini di dapat mengandung sulfat (SO_4).

Pada umumnya komposisi bahan pembentuk semen adalah terdiri atas:

1. Batu gamping = 70% - 75%
2. Batu lempung = 15% - 20%
3. Gipsum = 4% - 6%
4. Pasir kuarsa = 0,5% - 1%
5. Pasir besi = 0,0% - 0,5%.



Gammmbar 2.1 Bahan baku Semen

Sumber : Anonymous 1 : 2013

2.2.3 Jenis-jenis Semen

Semen terdiri dari dua jenis, yaitu semen portland dan semen pusolan. Semen portland (*natural cement*) adalah campuran antara batu gamping, lempung dan silika, setelah di gerus dan di campur dengan air menghasilkan semen bersifat keras. Sedangkan semen pusolan (*pozzolan cement*), yaitu campuran gamping halus dan bantuan gunung api (tufa silika, abu gunung api) atau bahan lain yang kemudian dicampur dengan air menjadi bahan yang keras. Sedangkan berdasarkan kegunaannya jenis-jenis semen di bedakan sebagai berikut :

1. Semen abu atau semen *Portland* adalah bubuk/bulk berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping berkadar kalsium tinggi yang di olah dalam tanur yang bersuhu atau bertekanan tinggi. Semen ini biasanya digunakan sebagai perekat untuk memplester.

2. Semen putih (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan di gunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), seperti sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) *limestone* murni.
3. *Oil Well Cement* atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.
4. *Mixed & Fly Ash Cement* adalah campuran semen abu dengan *Pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari pembakaran batu bara yang mengandung *amorphous silica*, almunium oksida, besi oksida dan oksida lainnya dalam variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras.

Pada PT. Triarta Aditama semen yang di hasilkan merupakan semen berjenis *Portland*.

2.2.4 Teknologi pembuatan semen

1. Proses Basah

Pada proses ini, bahan baku dipecah kemudian dengan menambahkan air dalam jumlah tertentu serta dicampurkan dengan luluhan tanah liat. Bubur halus dengan kadar air 25 – 40% (*slurry*) di kalsinasikan dalam tungku panjang (*long rotary kiln*).

Keuntungan :

1. Umpan lebih homogen, semen yang dihasilkan lebih baik.
2. Efisiensi penggilingan lebih tinggi dan tidak memerlukan suatu unit *homogenizer*.
3. Debu yang timbul relatif sedikit.

Kerugian :

1. Bahan bakar yang digunakan lebih banyak, butuh air yang cukup banyak.
2. Tanur yang di gunakan terlalu panjang karena memerlukan *zone* dehidrasi yang lebih panjang untuk mengendalikan kadar air.

3. Biaya produksi lebih mahal.

2. Proses Semi Basah

Pada proses ini penyediaan umpan tanur hampir sama seperti proses basah. Hanya saja disini umpan tanur di saring lebih dahulu dengan *filter press*. *Filter cake* dengan kadar 15 -25% di gunakan sebagai umpan tanur. Konsumsi panas pada proses ini sekitar 1000 -1200 Kcal/Kg klinker. Proses ini jarang dipakai karena biaya produksi yang terlalu tinggi dan kurang menguntungkan.

3. Proses Semi Kering

Proses ini dikenal sebagai *grate* proses, dimana merupakan transisi dari proses basah dan kering dalam pembentukan semen. Pada proses ini umpan tanur di semprot dengan air dengan alat yang disebut dengan *granutor* (*pelletizer*) untuk diubah menjadi *granular* atau *nodule* dengan kandungan air 10 – 12% dan ukurannya 10 – 12 mm seragam. Proses ini menggunakan tungku tegak (*shaft kiln*) Atau *long rotary kiln*. Konsumsi panas sekitar 1000 Kcal/ Kg Klinker.

4. Proses Kering

Pada proses ini bahan baku diolah (dihancurkan) di dalam *Raw Mill* dalam keadaan kering dan halus, kemudian hasil penggilingan (tepung baku) dengan kadar air 0,5 – 1% dikalsinasikan dalam rotari *kiln*. Proses ini menggunakan panas sekitar 1500 – 1900 Kcal/ Kg klinker.

Keuntungan :

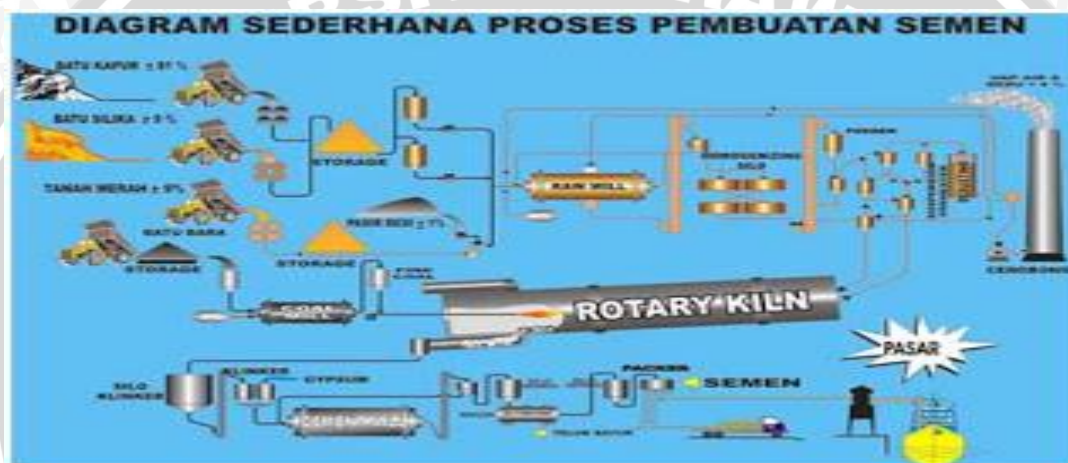
1. Tanur yang digunakan relatif pendek.
2. Panas yang dibutuhkan rendah, sehingga bahan bakar yang dipakai relatif sedikit, dan membutuhkan air yang relatif sedikit pula.
3. Kapasitas produksi lebih besar

Kerugian :

1. Kadar air sangat mengganggu proses, karena material menempel pada alat.
2. Campuran umpan kurang homogen.
3. Banyak debu yang dihasilkan sehingga di butuhkan alat penangkap debu.

Tabel.2.1. Jenis-jenis Proses pembuatan semen.

Nama Proses	Umpan Masuk Tanur	
	Nama Material	Kandungan Air (%)
Proses Basah	<i>Slurry</i>	25 - 40
Proses Semi Basah	Pellet atau Cake	15 - 25
Proses Semi Kering	Granular atau Nodule	10 - 12
Proses Kering	Tepung Baku	0,5 – 10



Gammbar 2.2 Proses Pembuatan Semen

Sumber : Anonymous 2 : 2012

Secara singkat, proses dari pembuatan semen terdiri dari beberapa tahapan:

1. Tahap penambangan bahan mentah (*quarry*). Bahan dasar semen adalah batu kapur, tanah liat, pasir besi dan pasir silica. Bahan-bahan ini ditambang dengan alat-alat berat kemudian dikirim ke pabrik semen.
2. Bahan mentah ini diteliti di laboratorium, kemudian dicampur dengan proporsi yang tepat dan dimulai tahap penggilingan awal bahan mentah dengan mesin penghancur sehingga berbentuk serbuk.
3. Bahan kemudian dipanaskan di *preheater*.
4. Pemanasan dilanjutkan di dalam klin sehingga bereaksi membentuk *clinker* (bahan setengah jadi).
5. Penggilingan *clinker* sampai kehalusan tertentu.

6. Material mengalami proses pencampuran (*blending*) dan homogenisasi di dalam *blending silo* dan proses pencampuran dengan *gypsum* setelah proses pencampuran masuk kedalam semen silo.
7. Tahap akhir pengepakan yang selanjutnya semen didistribusikan ke pasaran.

2.3 Blower

2.3.1 Pengertian blower

Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang dialirkan dalam suatu ruangan tertentu, atau juga sebagai pengisapan, pemvakuman udara atau gas tertentu. *Blower* banyak digunakan untuk ventilasi dan proses industri yang memerlukan aliran udara, sistem *blower* penting untuk menjaga pekerjaan proses industri. *Blower* terdiri dari sudu-sudu, sistem penggerak motor listrik, *ducting*, peralatan pengendali aliran. *Blower* pada aplikasinya dapat mencapai tekanan yang lebih tinggi dari pada fan, sampai $1,20 \text{ kg/cm}^2$. *Blower* digunakan untuk menghasilkan tekanan negatif untuk sistem vakum di industri, *blower sentrifugal* dan *blower positive displacement* merupakan jenis utama *blower*. Putaran *blower* permenitnya (rpm) dapat diatur sesuai dengan kebutuhan, khusus untuk *blower* yang menggunakan *pulley* untuk penggeraknya. RPM *blower* dapat diatur dengan menentukan diameter *pulley*.



Gambar 2.3 *Blower*

Sumber : PT. TRI ARTA ADITAMA

2.3.2. *Blower Sentrifugal*

Blower sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu *impeller* atau lebih yang di lengkapi dengan sudu-sudu yang dipasang pada poros yang berputar yang di selubungi oleh sebuah rumah (*casing*). Udara memasuki ruang *casing* secara horizontal akibat perputaran poros maka ruang pipa masuk menjadi vakum lalu udara dihembuskan keluar. Dari bentuk sudu (*blade*) *impeller* ada dua jenis yaitu : *forward curved blade* dan *backward curved*. *Forward curved blade* adalah bentuk *blade* yang arah lengkungan bagian ujung terpasang diatas searah dengan putaran roda, susunan *blade* secara parallel (multi *blade*) keliling *shourd*. *Backward curved* tipe ini mempunyai susunan *blade* dengan *forward curved blade*, hanya arah dan sudu *blade* akan mempunyai sudut yang optimum dan merubah energi kinetik ke energi potensial (tekanan secara langsung). *Blower sentrifugal* biasanya mengolah udara atau gas yang masuk dalam arah aksial dan keluar dalam arah radial. *Blower* arah radial biasanya digunakan dalam aplikasi temperatur tinggi dan diameter yang besar. Bilah yang dalam arah radial mempunyai tegangan (*stress*) yang sangat rendah.



Gambar 2.4 *Sentrifugal Blower*

Sumber: Anonymous 4: 2009

2.3.3 *Blower positive displacement*

Blower jenis ini udara atau gas dipindahkan volume per volume dalam ruangan yang di sebabkan adanya pergerakan elemen *impeler* yang berputar karena adanya penambahan massa udara atau gas yang dipindahkan. Jenis *positive displacement blower* yang sering digunakan adalah *rotary blower*. *Blower* ini

menyediakan volum udara yang konstan bahkan jika tekanan sistimnya bervariasi. Cocok digunakan untuk sistim yang cenderung terjadi penyumbatan, karena dapat menghasilkan tekanan yang cukup (biasanya sampai mencapai 1,25 kg/cm²) untuk menghembus bahan-bahan yang menyumbat sampai terbebas. *Blower* ini berputar lebih pelan daripada *blower sentrifugal* (3.600 rpm) dan seringkali digerakkan dengan *belt* untuk memfasilitasi perubahan kecepatan.



Figure 1 - Roots-type positive displacement blower at a petrochemical plant.
(Source: Lubrication Systems Company, Houston, Texas)

Gambar 2.5 *Blower positive displacement*

Sumber : Anonymous 4: 2009

2.4 *Dust collector*

2.4.1 Pengertian *dust collector*

Pada umumnya pengertian dari *dust collector* sebagai terminal terakhir sistem penyaringan, yang menyaring udara (debu) tercemar sebelum di buang ke udara bebas. Pada pabrik semen *dust collector* digunakan sebagai menyaring semen yang sudah digiling di *vertical mill* dalam bentuk debu yang sesuai dengan ukuran tertentu.

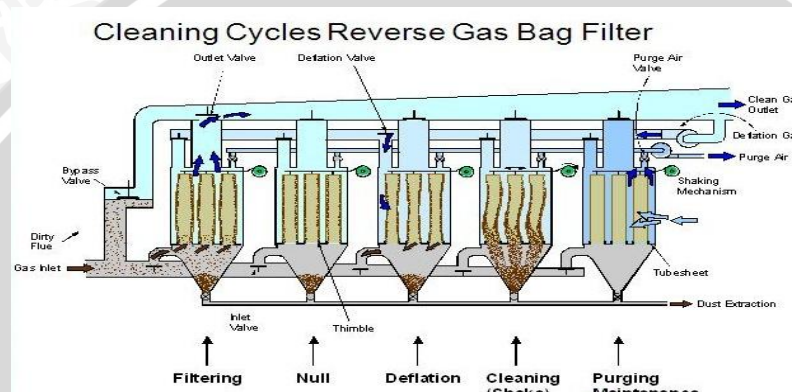
Dust collector yang ada di pabrik semen yang sering di gunakan ada dua yaitu:

1. *Bag filter*
2. EP (*Electrostatic precipitator*)

2.4.2. Bag filter

Bag filter merupakan *Dust collector*, yang komponennya terdiri dari *chasing*, *solenoid valve*, *filter bag* dan sensor. Sistem perontokan / pelepasan debu abu semen yang melekat pada *filter* pada *bag filter* terdiri dari tiga metode:

1. *Reverse Gas Bag Filter*
2. *Pulse Jet Bag Filter*
3. *Hybrid Filter*



Gambar 2.6 Proses pelepasan debu semen.

Sumber : Anonymous 3 : 2011

Bagian-bagian bag filter:

a. *Housing bag filter*

Housing bag filter atau kotak tempat *filter*, dibagi menjadi dalam dua bagian yaitu bagian atas di mana ruang bersih, dan bagian bawahnya ruang udara kotor. Letak *filter* ada pada ruang kotor, konstruksi dari *housing* harus cukup kuat menahan tekanan udara positif (+), maupun tekanan udara negatif (-) atau vakum dan kedap udara.

b. *Filter*

Umumnya *filter* berbentuk kantong silinder bagian atas lubang (untuk keluarnya udara) dan bagian bawah tertutup (buntu). Material *filter* terdiri dari jenis *polyester*, *polypropylene*, *fiberglass* dll. Pemilihan material *filter* tergantung dari jenis debu dan udara yang ada di *filter* seperti kandungan asam, alkali, suhu udara dll.

c. Filter cage

Filter cage berbentuk keranjang/ *cage* / *frame* yang terletak pada bagian dalam silinder *filter*, yang berfungsi untuk menahan *filter* untuk tetap mengembang sehingga udara dapat lewat di dalamnya.

d. Venturi

Venturi terletak pada bagian atas *cage/filter* (bagian keluarnya udara dari silinder *filter*). Berfungsi mengarahkan udara *pulse jet* pembersih *filter*, penggunaan *venturi* akan meningkatkan efektifitas pembersih *filter*. Material *venturi* terbuat dari *plat galvanis* atau almunium cor.

e. Solenoid valve

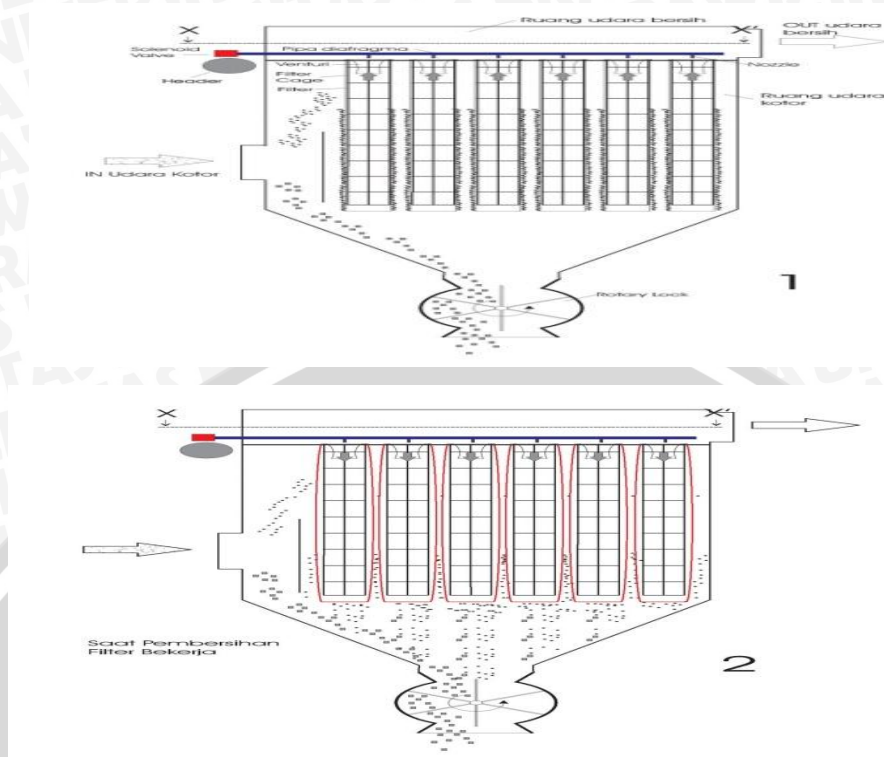
Solenoid valve berfungsi sebagai katup pembuka aliran *compres air* kedalam kantong *filter*, untuk membersihkan *filter* (*GOYEN solenoid valve*).

f. Header, diagram dan nozzle

Header adalah tabung penampung *compressed air*, *diagram* adalah pipa penghubung dari *solenoid valve* ukurannya sama dengan *solenoid valve*, *nozzle* terbuat dari pipa yang ukurannya 12mm - 14mm.

g. Rotary air lock

Rotary air lock terletak pada bagian bawah *Housing*, yang berfungsi untuk pembuangan debu yang tertampung pada *hopper*, walaupun tetap berputar tetapi udara tidak dapat masuk /keluar dari dalam *bag filter* umumnya digerakkan *gear box* /*gear motor*.

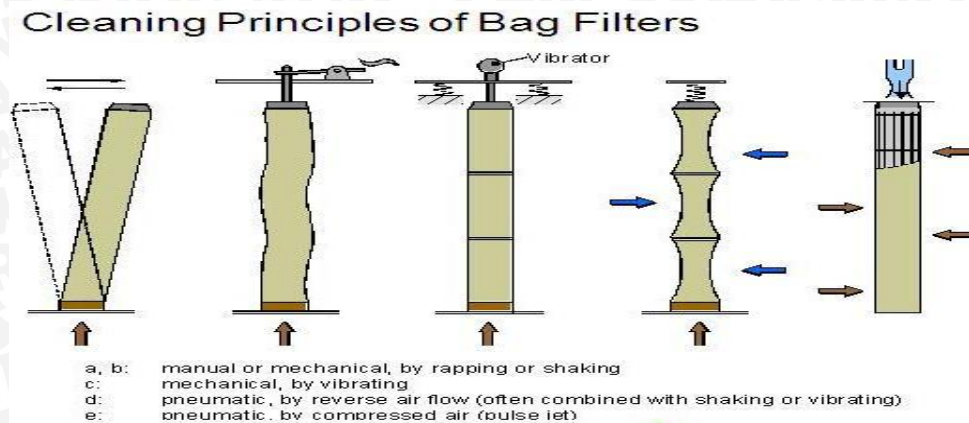


Gambar 2.7 Bag filter

Sumber: Anonymous 4 : 2011

Cara kerja Bag Filter

Bag filter berisi kantong polyester yang mampu memisahkan antara udara dan debu. Debu akan di hisap oleh fan untuk melewati bag filter, Udara bersih akan lewat dan debu terperangkap di dalamnya. Bag filter juga dilengkapi dengan sistem purging yaitu merontokan debu yang menempel pada kantong, dan debu akan jatuh ke dalam hopper dan ditransportasikan dengan menggunakan screw conveyor. Prinsip kerja dari bag filter hampir sama dengan vacuum cleaner, dengan membawa debu partikulat yang ditekan melewati kantung-kantung yang terbuat dari bahan spesifik. Sehingga udara melewati bahan tersebut, debu akan terakumulasi pada permukaan bahan tersebut dan menghasilkan udara yang bersih.



Gambar 2.8 Proses Perontokan debu

Sumber : Anonymous 5 : 2011

Mekanisme filtrasi yang terjadi pada Bag filter

1. Intersepsi langsung

Dalam kondisi normal aliran pada udara filtrasi yang ada biasanya bersifat *laminer*. Pada kondisi *laminer* ini, partikel yang memiliki gaya inersia yang kecil akan bertahan pada suatu *streamline*. Apa bila *streamline* tersebut melewati suatu halangan, seperti serat dari bahan *filter* dalam jarak yang sama dengan radius dari partikel maka partikel akan melakukan kontak dengan penghalang tersebut.

2. Impingement

Pada partikel yang memiliki kelembaman yang cukup besar partikel ini tidak akan mengikuti arah arus aliran ketikan arah arus aliran membelok dari arah garis edar ketika mendekati suatu halangan. Kemungkinan dari partikel untuk melakukan kontak dengan permukaan penghalang yang ada bergantung pada ukuran penghalang tersebut serta ukuran dan inersia dari partikel.

3. Difusi

Pada partikel yang berukuran sangat kecil, dengan ukuran yang hampir sama dengan ukuran *intermolecular*, atau dapat dikatakan memiliki diameter kurang dari 0,1 – 0,2 mikron. Difusi menjadi mekanisme yang paling dominan terjadi pada proses deposisi. Partikel yang memiliki ukuran sekecil ini akan mengikuti arah aliran

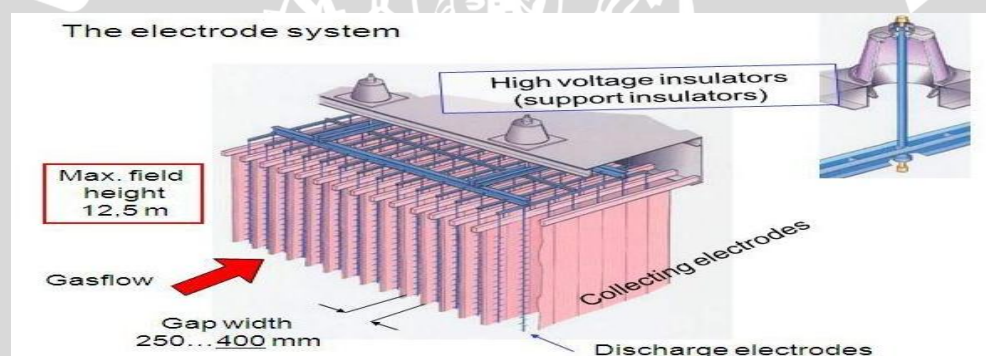
akibat timbulnya koalisi dengan molekul gas, hasil dari gerak random yang meningkatkan kemungkinan kontak antara partikel dan permukaan pengumpul.

4. Elektrostatik

Eloktrostatik memegang peranan dalam penangkapan dan penyimpanan partikel debu. Tidak hanya akan membantu proses *filtrasi* dengan menyediakan gaya tarik antara debu dan bahan, tetapi juga memiliki efek dalam kemampuan pembersihan bahan.

2.4.3. EP (Electrostatic precipitator)

EP (*Electrostatic precipitator*) ialah salah satu *dust collector* yang mudah cara kerjanya dengan mengumpulkan zona utama ketika debu susah berada dizona terakhir.



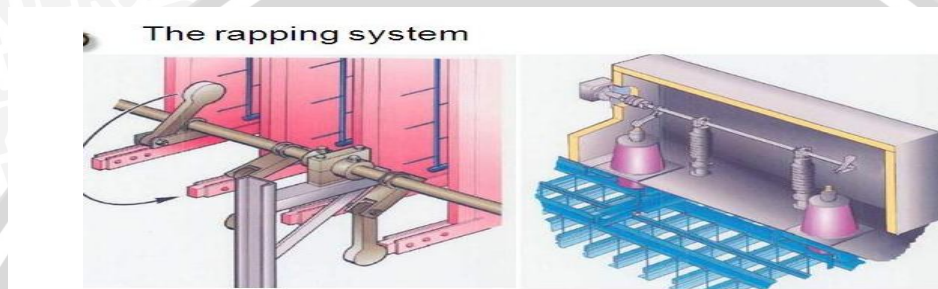
Gambar 2.9 *Electrostatic precipitator*

Sumber: Anonymous 6 :2011

Cara kerja EP

Electrostatic Precipitator terdiri dari electrode-elctroda yaitu *discharge elektroda* dan *collecting plate*. Tegangan tinggi DC yang dihasilkan trasnformator DC akan dialirkan ke *discharge electrode* yang merupakan muatan negative yaitu sekitar 50 KV DC, ketika debu dilewatkan melalui celah antara *discharge electode* dengan *colelctiong plate* maka debu yang tidak bermuatan akan terionisai menjadi negative. Sementara *collecting plate* yang ditanahkan (*grounding*)

akan bermuatan positive. Dan karena itu debu yang sudah bermuatan negative akan tertarik dan menempel di *collecting plate*. Dan untuk merontokkan debu dari *collecting plate* dilengkapi dengan *rapping system* yang akan memukul *collecting plate* dalam rentang waktu tertentu. Debu yang dirontokkan akan terkumpul di *hopper* dan akan ditransportasikan menggunakan *chain conveyer*.



Gambar 2.10 *The rapping system*

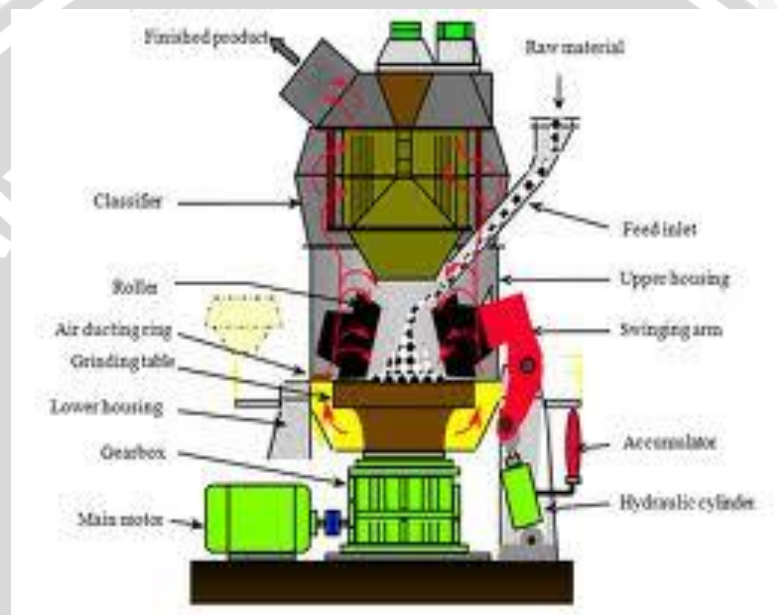
Sumber : Anonymous 7 : 2011

2.5 *Vertical Mill*

Beberapa tipe penggilingan yang umum dipakai di pabrik semen adalah: *tube mill* dan *vertical mill*. *Tube mill* merupakan silinder baja yang berputar dan diisi dengan grinding media, penggilingan terjadi karena adanya tumbukan-tumbukan dari grinding media (*impact force*). *Vertical mill* merupakan mesin penggiling yang menggunakan *roller mill* yang berbentuk bola, *vertical mill* menggunakan gaya tekan terhadap meja putar pada proses penggilingan. Perbedaan prinsip antara *tube mill* dan *vertical mill* adalah media penggilingnya. Pada *tube mill* menggunakan gaya tumbukan (*impact force*) dari grinding media, sedangkan pada *roller mill* menggunakan gaya tekan *roller* terhadap meja putar. Penggilingan terjadi karena material bergerak ke arah tepi meja, karena adanya gaya sentrifugal dan material akan hancur waktu melewati *roller*. setelah melewati *roller* dan sampai dibagian tepi meja, material yang sudah halus akan terbawa aliran gas panas kearah atas *mill*.

Pada bagian atas *mill* terdapat alat pemisah (*classifier*) yang akan memisahkan material kasar dan halus. *Classifier* ini bekerja karena adanya gaya isap yang dihasilkan oleh *blower*. sehingga dapat mengangkat material yang sudah halus.

Oleh karena udara panas dipakai sebagai pengering dan sekaligus alat transport material, maka proses yang terjadi adalah pengeringan selama penggilingan (*Drying during grinding*).

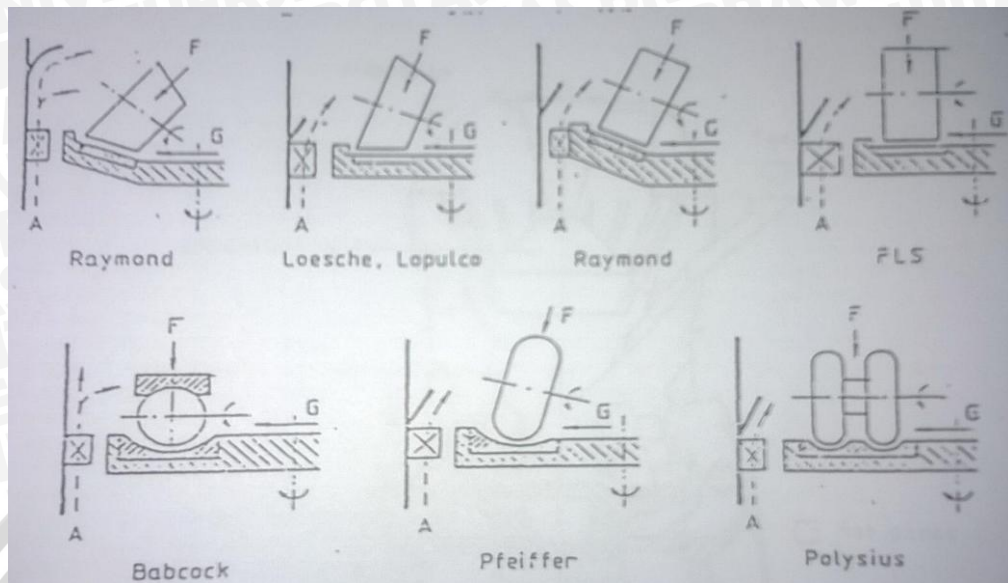


Gambar 2.11 Vertical Mill
Sumber : Anonymous 8 : 2007

2.5.1 Jenis-jenis *Roller Mill*.

Pada umumnya industri semen yang menggunakan vertical mill, terdapat bermacam-macam bentuk dari rollernya seperti *cylindrical roller*, *truncated-conical shape* atau mempunyai permukaan yang datar atau cembung tergantung perusahaan pembuatnya. Tekanan *roller* yang ada pada *bed* material bisa karena gravitasi, gaya sentrifugal, tekanan per(*spring*), gaya hidrolik, dan sebagainya.

Perkembangan *roller mill* pada beberapa tahun terakhir ini sangat pesat dengan kapasitas yang besar untuk *raw material* dan *coal* bahkan dikembangkan untuk terak (*clinker*).



Gambar 2.12 Macam-Macam roller pada vertical mill

Sumber : Arsha (1994:102)

Seperti pada gambar 2.12, material yang digunakan untuk membuat roller pada tipe-tipe mill tersebut adalah sebagai berikut:

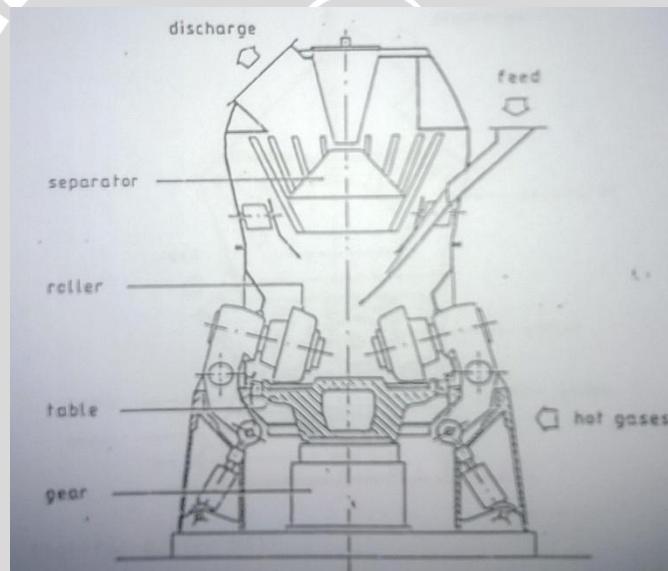
1. Untuk tipe *Raymond Mill*, Material yang digunakan adalah *wear resistant steel* atau baja tahan gesek.
2. Untuk tipe *Loesche Mill*, material yang digunakan adalah mill steel atau baja karbon rendah. namun untuk skala industri, material yang digunakan adalah keramik MMC (*Metal Matrix Composite*).
3. Untuk tipe *FLS Mill*, material yang digunakan adalah *HiCr steel* yang termasuk dalam baja karbon tinggi.
4. Untuk tipe *Babcock Mill*, material yang digunakan adalah *high chromium molybdenum, white-iron Alloy*-ASTM standart AS 32 class II, tipe D.
5. Untuk tipe *Pfeiffer Mill*, material yang digunakan adalah *chromium alloy cast iron* atau besi tuang paduan unsur krom.
6. Untuk tipe *Polysius Mill*, material yang digunakan adalah *chrome chilled casting, hardfacing, ceramic material*.

Untuk berbagai macam tipe *roller*, ada tiga jenis *roller mill* yang akan di jelaskan sebagai berikut:

1. *Roller Mill* dengan *Conical Mill*

Pada gambar 2.13 yang ada dibawah ini, memiliki tipe dua atau lebih *rollernya* yang berbentuk tirus dipasang diatas meja giling berputar yang merupakan tempat material yang masuk akan digiling. *Roller* nya dipasang pada lengan putar dimana *roller* tersebut bisa diayun keluar untuk proses perbaikan. Tekanan *rollnya* dari per spring untuk kapasitas kecil dan hidrolis untuk kapasitas besar.

Contoh dari tipe ini adalah *roller mill* dari *loesche* yang mempunyai dua atau lebih *roller* berbentuk *conical* (tirus) yang bergerak diatas meja penggiling.



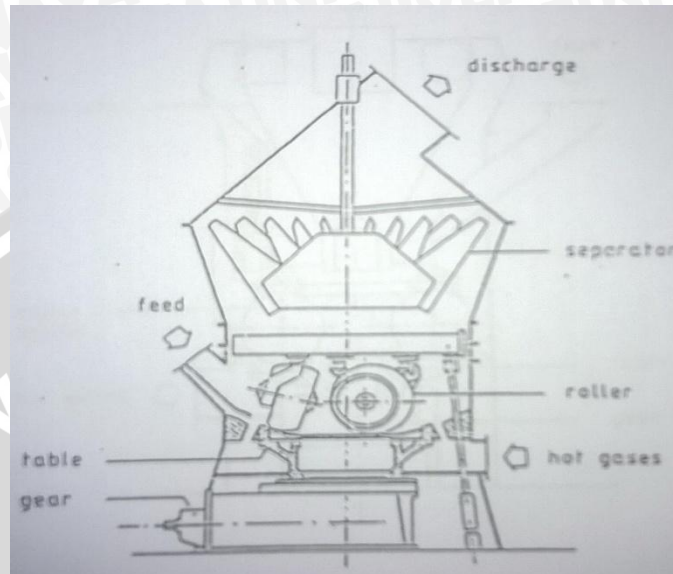
Gambar 2.13 *Loesche Mill*

Sumber : Arsha (1994 : 103)

2. *Roller Mill* dengan *Convex Surface Roller*

Prinsip kerja pada *convex surface roller* hampir sama dengan prinsip kerjanya dengan *loesche mill*, yang dilengkapi dengan tiga *roller mill* yang permukaannya cembung. Material yang masuk dari arah samping *roller* dan jatuh kemeja yang berputar sebelum digiling oleh *roller*.

Contoh dari tipe ini adalah *Pfeiffer Roller Mill*. Menurut informasi dari pembuatnya, *Pfeiffer Roller Mill* ini mampu mengeringkan raw material dengan kadar air 20%

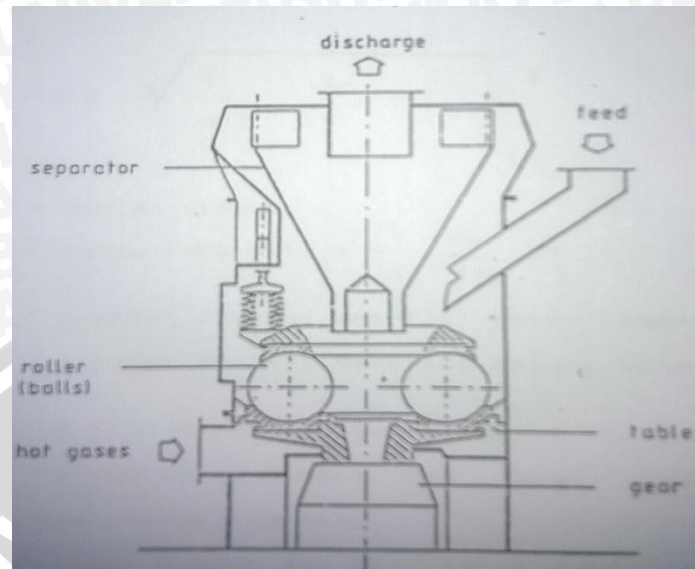


Gambar 2.14 *Pfeiffer Roller Mill*

Sumber : Arsha (1994 :104)

3. Roller Mill dengan Spherical Roller

Pada gambar dibawah, tipe ini biasanya dikenal dengan sebutan “*Ring Ball Mill*” karena penggilingannya berupa beberapa bola, dimana penekan bola tersebut adalah per (*spring*) atau hidrolik. Material yang masuk akan jatuh ditengah, karena meja berputar yang dapat menimbulkan gaya sentrifugal sehingga akan bergerak keluar kearah *ball mill*. Contoh dari tipe ini adalah *Babcock Roller Mill*.

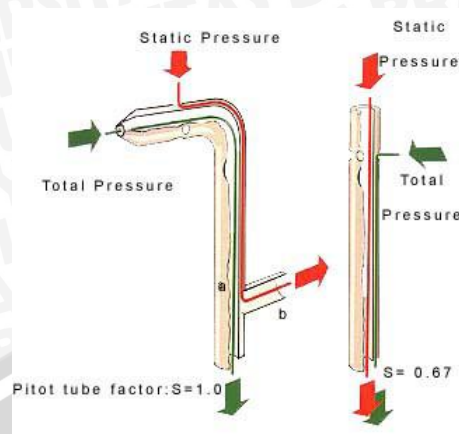


Gambar 2.15 *Babcock Roller Mill*

Sumber : Arsha (1994:105)

2.6 Kecepatan udara dan Gaya angkat

Kapasitas udara sangat dipengaruhi oleh Kecepatan isap udara dan luas penampang. Kecepatan isap udara dapat diukur dengan menggunakan sebuah tabung *pitot* dan manometer, atau dengan sensor aliran (instrumen tekanan diferensial), atau *anemometer* yang akurat. Gambar dibawah memperlihatkan bagaimana tekanan kecepatan diukur dengan menggunakan sebuah manometer. Tekanan total diukur dengan menggunakan pipa bagian dalam dari tabung *pitot* dan tekanan statis diukur dengan menggunakan pipa luar dari tabung *pitot*. Jika ujung tabung luar dan dalam disambungkan ke manometer, didapatkan tekanan kecepatan (yaitu perbedaan antara tekanan total dan tekanan statis).



Gambar 2.16 Contoh mengukur kecepatan udara

Sumber : Anonymous 9 : 2011

Cara menghitung berat jenis udara :

$$\rho = \frac{P}{T \cdot R} \dots \dots \dots (1)$$

Untuk menghitung kecepatan udara isap rata-rata dengan mengambil sejumlah pembacaan tekanan kecepatan yang melintasi bagian melintang saluran dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V = \frac{Cp \pm \sqrt{2 \times 9.81 \times \Delta h \times p}}{P_{udara}} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

V = Kecepatan udara (m/s)

Cp = Konstanta tabung *pitot*, yang diberikan oleh pabrik pembuatnya 0,85

Δh = Perbedaan tekanan rata-rata yang diukur oleh tabung dengan mengambil pengukuran pada sejumlah titik pada seluruh bagian melintang saluran.

P_u = Berat jenis udara

P = Tekanan udara statis (hpa)

T = Temperatur absolute (0K)

R = Konstanta Gas (J/K mol).

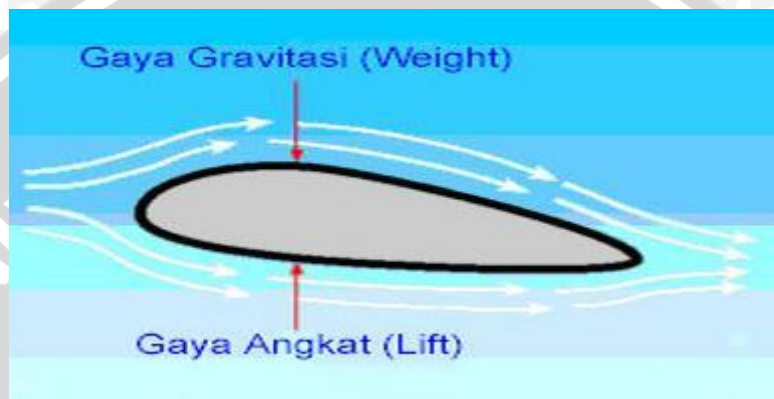
Sedangkan cara menghitung kapasitas udara adalah sebagai berikut:

$$Q \text{ (m}^3/\text{s)} = V \times A \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

V = Kecepatan isap udara

A = Luas penampang.



Gambar 2.17 Gaya angkat

Sumber : Anonymous 10 : 2011

Gaya angkat ialah gaya ke atas akibat dorongan udara atau isapan udara yang yang diarahkan untuk membuat perbedaan tekanan udara pada bagian bawah material. Hal menggunakan prinsip hukum Bernoulli. Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan fluida, maka tekanannya akan mengecil. Dengan demikian akan terjadi perbedaan tekanan antara udara bagian bawah dan atas material, dimana yang ada diatas lebih tinggi daripada tekanan yang ada dibawah material sehingga terjadilah gaya angkat.

Perhitungan gaya angkat adalah sebagai berikut.

$$F_a = \frac{1}{2} \rho \cdot V \cdot C_l \cdot A \text{ (N)} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

F_a = Gaya angkat (N)

ρ = Berat jenis udara (density, kg/m³)

V = Kecepatan udara (m/sec)

C_l = Koefisien lift (sec²/m)

A = Luas permukaan silinder (m²)

Perhitungan *Coefisient Lift*

$$Cl = \frac{w}{\frac{1}{2} \rho V^2 \cdot A} \dots\dots\dots(5)$$

Perhitungan gaya berat

$$w = m \cdot g \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

w = Gaya berat (N)

m = massa benda (kg)

g = gravitasi bumi (m/s^2)

2.7 *Anemometer*

Anemometer adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin, dan merupakan salah satu yang banyak dipakai dalam bidang Meteorologi dan Geofisika. *Anemometer* dapat dibagi menjadi dua kelas: yang mengukur angin dari kecepatan dan yang mengukur dari tekanan angin. Satuan meteorologi dari kecepatan angin adalah *Knots* (Skala *Beaufort*) umumnya satuan yang digunakan adalah meter per detik (m/s). Sedangkan satuan meteorologi dari arah angin adalah $0^0 - 360^0$.

Secara umum *anemometer* terdapat dua tipe, tipe tersebut adalah sebagai berikut:

- *Anemometer* dengan tiga atau empat buah mangkok

Sensornya terdiri dari tiga atau empat buah mangkok yang dipasang pada jari-jari yang berpusat pada suatu sumbu vertikal atau semua mangkok tersebut terpasang pada poros vertikal. Seluruh mangkok menghadap ke satu arah melingkar sehingga bila angin bertiup maka rotor berputar pada arah tetap. Kecepatan putar dari rotor tergantung pada kecepatan tiupan angin, melalui suatu sistem mekanik roda gigi. Perputaran rotor mengatur sistem akumulasi angka penunjuk jarak tiupan angin.



Gambar 2.18 Anemometer dengan tiga buah mangkok
Sumber : Anonymous 12 : 2010

- *Anemometer Termal*

Anemometer merupakan satu sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan fluida (angin) sesaat. Cara kerja dari sensor ini berdasarkan pada jumlah panas yang hilang secara konvektif dari sensor kelilingkungan. Besarnya panas yang dipindahkan dari sensor secara langsung berhubungan dengan kecepatan fluida yang melewati sensor. Jika hanya kecepatan *fluida* yang berubah, maka panas yang hilang bisa diinterpretasikan sebagai kecepatan *fluida* tersebut. Bentuk anemometer termal yang secara umum digunakan adalah jenis Silinder (*hot-film* dan *hot-wire*). *Hot-wire* adalah kawat yang berukuran sangat kecil dan diberi panas, jenis ini paling banyak digunakan untuk mengukur kecepatan *fluida*. Selain untuk sensor kecepatan, *hot-wire* juga digunakan untuk mendeteksi suhu. Sensor *hot-wire* terdiri dari lapisan tipis yang bersifat konduktor dan ditempelkan pada substrat yang bersifat isolator. Sedangkan sensor *flush* (*hot-film*) digunakan untuk mengukur tegangan gesek (*shear stress*). Sensor *hot-wire* dan *hot-film* memiliki respon frekuensi yang tinggi dalam mendeteksi kecepatan angin sesaat ataupun kecepatan angin rata-rata.



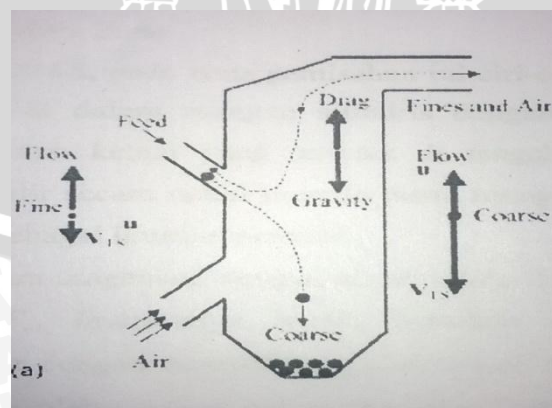
Gambar 2.19 Anemometer Termal
Sumber : Anonymous 13 : 2013

2.8 Zona Pemisahan Partikel

Dalam sebuah ruangan pada suatu alat pemisah, dimana partikel padat bertemu dengan aliran udara, maka disebut dengan zona pemisahan. Berikut ini merupakan empat dasar zona pemisahan, yaitu :

1. *Gravitational-Counterflow Zone*

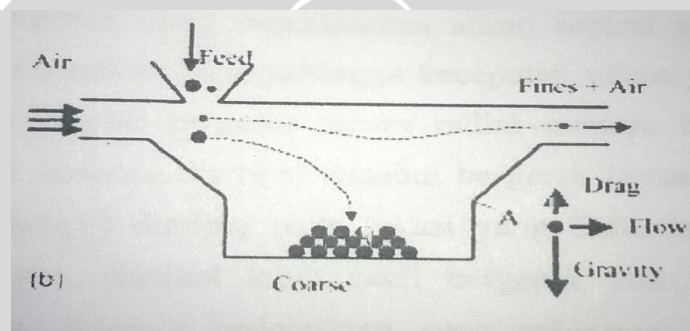
Seperti pada gambar 2.20, *Gravitational-Counterflow Zone* terdapat dialiran udara yang naik dengan kecepatan u didalam ruangan vertical dengan dinding parallel. Gravitasi partikel G dan gaya tarik F_d yang bergerak berlawanan arah. Untuk partikel kasar yang memiliki kecepatan pengendapan V_{ts} lebih besar daripada kecepatan aliran udara, partikel tersebut akan jatuh kebawah melawan aliran udara dan pertikel halus akan naik bersama dengan aliran udara.



Gambar 2.20 *Gravitational-Counterflow Zone*
Sumber : Anonymous 11 : 2004

2. *Gravitational-Crossflow Zone*

Seperti pada gambar 2.21, pada aliran udara horizontal memasuki zona ini dan mengembang didalam ruangan dan menyatu menuju saluran keluar. Partikel masuk kedalam ruangan dengan kecepatan nol, bergerak secara horizontal dengan gaya tarik F_d dan jatuh kebawah. Pemisahan terjadi karena partikel-partikel bergerak secara vertical melewati aliran udara, sehingga setiap partikel jatuh dengan kecepatan pengendapannya masing-masing. Dengan demikian, akibat dari pergerakan vertikal itulah partikel jatuh kebawah menuju ruangan yang berbeda. Partikel kasar terletak didekat saluran masuk dan partikel kecil terletak didekat saluran keluar. Pecahan partikel kasar terkumpul dibagian bawah ruangan, sedangkan partikel halus langsung terbawa oleh aliran udara menuju saluran keluar.



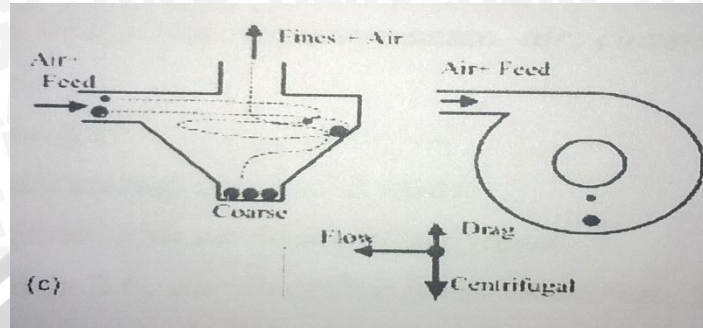
Gambar 2.21 *Gravitational-Crossflow Zone*

Sumber : Anonymous 12 : 2004

3. *Centrifugal-Counterflow Zone*

Seperti pada gambar 2.22, pada zona pemisahan ini cirri-cirinya berupa pusaran udara datar yang terjadi didalam ruangan silindris dengan saluran masuk berbentuk tangensial dan saluran keluar yang terletak ditengah. Pada pusaran ini, udara berputar dan mengalir secara radial menuju pusat ruangan. Gerakan udara memutar tersebut berfungsi sebagai lintasan pemisah. Partikel masuk secara tangensial dengan aliran udara ikut kedalam putaran. Karena gaya sentrifugal F_c , lintasannya secara bertahap bergeser dari arus udara. Pemisahannya diatur dengan menyeimbangkan antara F_c dan komponen gaya tarik F_d yang disebabkan oleh gerakan udara memutar. Partikel kasar bergerak menuju dinding ruangan dimana

partikel tersebut jatuh menuju saluran keluar. Partikel halus bergerak menuju pusat ruangan dimana pada akhirnya terbawa oleh aliran udara.

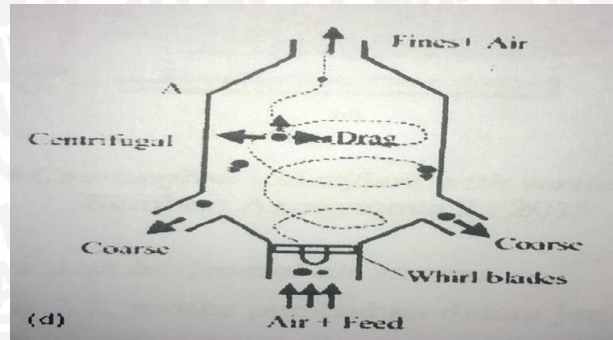


Gambar 2.22 *Centrifugal-Counterflow Zone*

Sumber : Anonymous 13 : 2004

4. *Centrifugal-Crossflow Zone*

Seperti pada gambar 2.23, zona ini dapat dibuat dipusaran udara contohnya didalam ruangan silindris dengan saluran masuk dan keluarnya terletak pada sisi yang berlawanan pada sumbu ruangan. Partikel-partikel masuk dengan aliran udara melalui bilah berputar, yang menciptakan aliran seperti sekrup. Bentuk nya harus didesain sedemikian rupa sehingga kecepatan udara yang terjadi bisa berkurang. Partikel berputar sambil bergeser secara radial menuju dinding ruangan dengan kecepatan ukuran tertentu. Partikel tersebut bergerak bersamaan sepanjang sumbu ruangan dan mencapai dinding pada lokasi yang berbeda. partikel bsar menuju dinding lebih cepat, partikel lebih kecil bergerak jauh sepanjang arah sumbu. Ruangan tersebut didesain sedemikian rupa sehingga partikel kecil mencapai pinggiran tepi. Proses pemisahan di *Centrifugal-Crossflow Zone* mirip dengan yang disiklon, maka alat-alat ini memiliki prinsip desain yang sama.



Gambar 2.23 Centrifugal-Crossflow Zone

Sumber : Anonymous 14 : 2004

2.9 Hipotesa

Berdasarkan kajian pustaka, putaran blower pada *dust collector* sangat mempengaruhi hasil dari kapasitas produksi semen. Karena kecepatan putaran *blower* berbanding lurus dengan kapasitas semen. Semakin tinggi putaran *blower* maka semakin tinggi hisapan udara yang membawa material semen melalui *dust collector*. Hal ini karena gaya angkat sebanding terhadap kapasitas udara.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode penelitian eksperimental yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh putaran *blower* pada *dust collector* di *vertical mill* terhadap hasil kapasitas produksi semen.

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanggal 9 September 2013 sampai 28 April 2014 dan tempat yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah:

- *Grinding Plan* PT. Tri Arta Aditama Salatiga, Jawa Tengah
- Laboratorium *Quality Control* PT. Tri Arta Aditama Salatiga, Jawa Tengah

3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Besar variabel bebas divariasikan untuk mendapatkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah :

- Putaran *blower* : 1900 rpm, 1800 rpm, 1700 rpm, 1600 rpm.

2. Variabel terikat

Variabel terikat yaitu variabel yang dapat dipengaruhi oleh variabel bebas yang telah ditentukan. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah putaran *blower* dan kapasitas semen.

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol yaitu variabel yang nilainya dijaga konstan selama pengujian. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah :

- Bukaam *Damper blower* : 100%
- Putaran *air classifier* : 500 rpm

3.3 Spesifikasi Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

1. *Vertical Mill*

Mesin yang digunakan untuk menggiling semen hingga menjadi butiran yang halus. Gambar *Vertical Mill* dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 *Vertical mill*

Spesifikasi:

- Merek : Loesche Mill
- Tipe atau model : JRM1300
- Jumlah *Grinding Roller* : 2
- Dimensi (diameter x tinggi) : 5200 mm x 5810 mm
- Daya : 200 Kw
- Kapasitas : 5 - 10 Ton / Jam.

2. Tachometer

Digunakan untuk mengetahui putaran *blower*. Gambar *tachometer* dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Tachometer

3. Sieve Mesh 325

Digunakan untuk mengukur seberapa banyak sampel semen yang tertinggal dan yang lolos dengan menggunakan ayakan ukuean 325. Gambar *Sieve Mesh 325* dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Sieve Mesh 325

4. Timbangan elektrik

Digunakan untuk mengukur berat sampel semen yang akan diambil. Gambar Timbangan elektrik dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Timbangan elektrik

5. Anemometer

Digunakan untuk mengukur kecepatan udara yang mengalir melalui pipa. Gambar Anemometer dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Anemometer

5. Masker

Digunakan untuk melindungi mulut dan hidung dari partikel debu pada saat proses pengolahan semen.



Gambar 3.6 Masker

7. Blower

Mesin yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang dialirkan dalam suatu ruangan tertentu, atau juga sebagai pembawa material yang sudah digiling di *vertical mill* menuju *dust collector*.

Spesifikasi:

- Type : *Centrifugal Fan*
- Kapasitas : 66.900 M3/hour
- Power : 220 kW ; 380 V
- Motor : Y 355M1-4 ; 1490 rpm



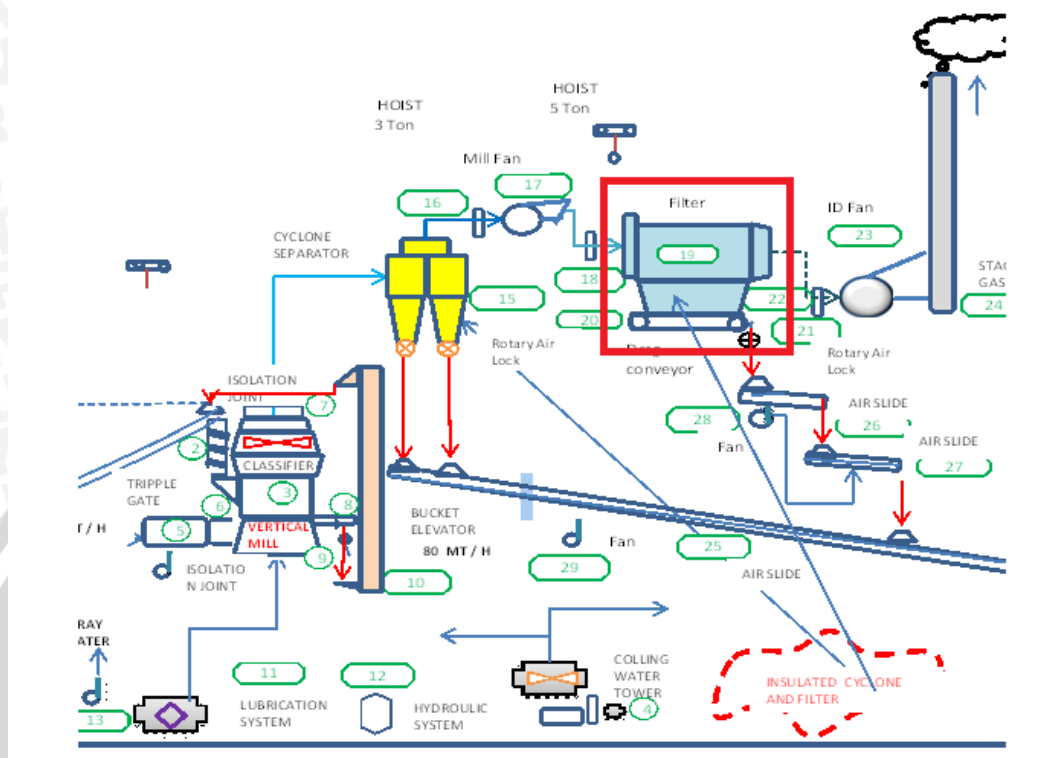
Gambar 3.7 blower

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah semen dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Jenis : Portland Tipe 1
- Massa Jenis : 3,15 gr/cm³

3.4 Instalasi Penelitian



Gambar 3.6 Instalasi Grinding Plant

3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.
2. Menggiling bahan baku di *crusher jaw* sampai menjadi ukuran 3 cm.
3. Memasukkan material bahan baku semen kedalam silo-silo penampungan.
4. Mengatur komposisi material bahan baku semen.
5. Menjatuhkan gilingan material bahan baku dari *silo* menuju *weight feeder*.
6. Menggiling kembali material di *crusher roller* hingga mencapai ukuran 1cm.
7. Mengangkut hasil penggilingan dengan *belt conveyor* untuk disalurkan menuju *vertical mill*.

8. Menggiling kembali semua material bahan baku dengan menggunakan *vertical mill* untuk penggilingan akhir. Pada saat proses penggilingan, material yang sudah halus akan terangkat menuju *air classifier* dengan bantuan isapan udara. Material yang sudah halus akan lolos menuju *dust collector* sedangkan yang ukuran lebih besar akan jatuh kebawah untuk digiling kembali di *vertical mill*.
9. Menampung hasil gilingan berupa semen di *dust collector*. Lalu disalurkan menuju *silo* penampungan hasil akhir.
10. Pada saat penggilingan di *vertical mill* mengatur putaran *blower* pada *dust collector* dengan putaran *blower* 1900 rpm, 1800 rpm, 1700 rpm, 1600 rpm. Dan mengamati aliran kecepatan dengan menggunakan *anemometer*.

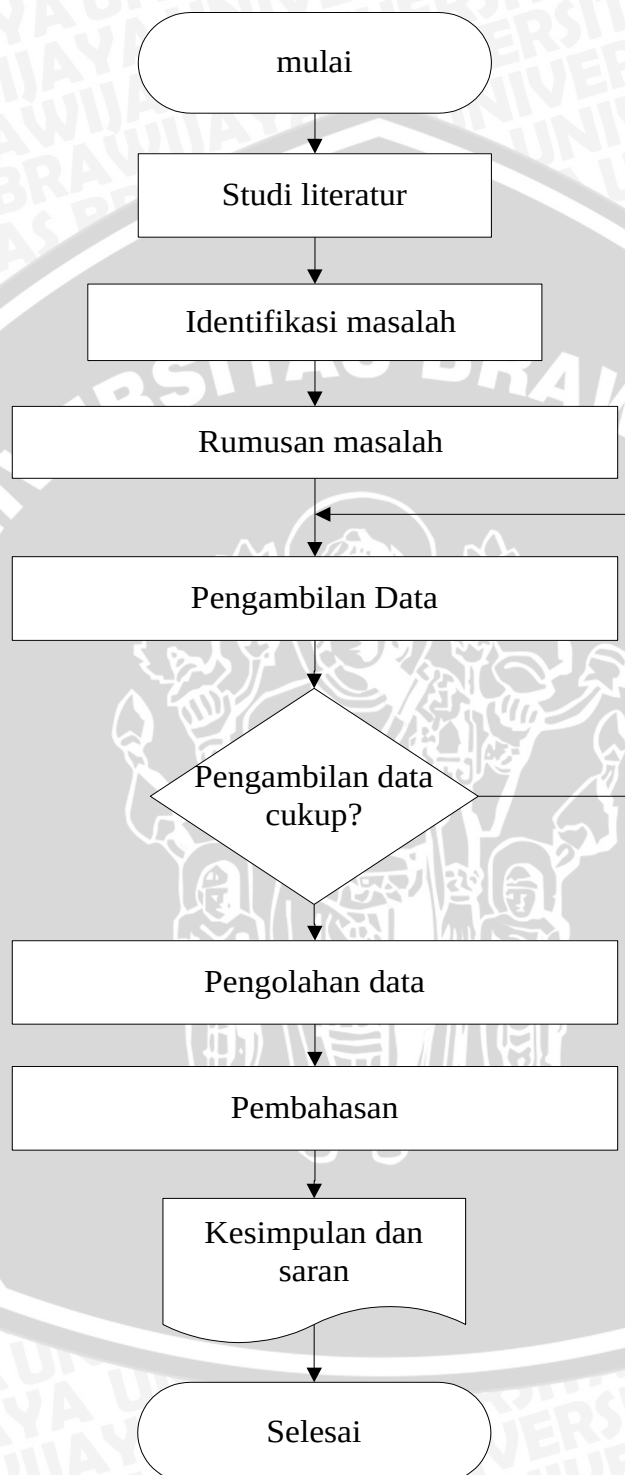
3.6 Rancangan penelitian

Rancangan penelitian ini akan mencari pengaruh putaran *blower* pada *dust collector* terhadap optimal produksi semen. Pencatatan data merupakan hal yang sangat penting dalam proses analisis data untuk memperoleh informasi tentang hal yang benar, oleh karena itu diperlukan ketelitian dalam pelaksanaannya. Rancangan pengambilan data sesuai dengan table 3.1.

Tabel 3.1 Persentase sampel semen lolos ayakan *mesh* 325 pada putaran *blower*.

No	Putaran blower	Kecepatan udara (m/s)		ΔV	Kapasitas Semen (ton/jam)
		In	out		
1	1900				
2	1800				
3	1700				
4	1600				

3.7 Diagram alir pelaksanaan penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

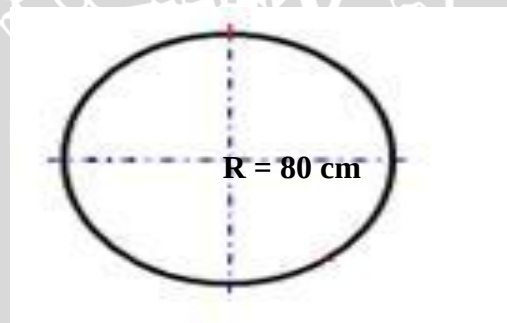
4.1 Data Hasil Pengukuran Kapasitas produksi semen

Dalam penelitian ini, dilakukan pengambilan data dengan melakukan pengukuran putaran blower pada *dust collector* di *vertical mill*. Pengambilan data kecepatan udara menggunakan alat ukur *Anemometer*, Untuk nilai pengukuran kapasitas produksi semen dapat di lihat pada tabel 4.1.

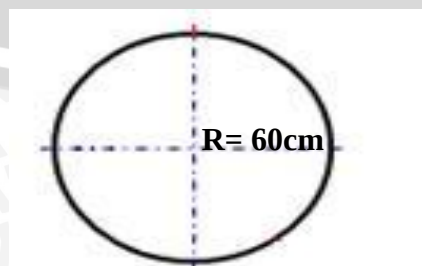
putaran blower	Kecepatan Udara (m/s)		ΔV	Kapasitas Semen (ton/jam)
	In	out		
1900	7.25	31.56	24.31	4.02
1800	9	24.05	15.05	3.9
1700	2.66	23.99	21.33	3.78
1600	4.05	22.74	18.69	3.62

Tabel 4.1 Kapasitas produksi semen.

4.2 Gambar Saluran Udara *inlet* dan *outlet*



Gambar 4.2.1 Saluran Udara *inlet*



Gambar 4.2.2 Saluran Udara *outlet*

4.3 Analisa Statistik

Berdasarkan Hipotesa penulis “ Putaran *blower* sangat mempengaruhi kapasitas produksi semen hal ini karena putaran *blower* berbanding lurus terhadap produksi semen . karena semakin tinggi putaran *blower* maka semakin tinggi hisapan udara yang membawa material semen melalui *dust collector*. Hal ini karena gaya angkat sebanding terhadap kapasitas udara” maka dapat diketahui bahwa:

Ho = tidak ada hubungan nyata antara putaran *blower* terhadap kapasitas semen

H1 = ada hubungan nyata antara putaran *blower* terhadap kapasitas semen

Untuk menguji kebenaran hipotesa diatas maka penulis melakukan uji korelasi variable penelitiannya.

ANOVA(b)

Mode		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.087	1	.087	331.591	.003(a)
	Residual	.001	2	.000		
	Total	.088	3			

a Predictors: (Constant), Putaran *Blower*

b Dependent Variable: Hasil Produksi Semen

Berdasarkan uji Anova diatas diketahui bahwa nilai probabilitas yang ditunjukkan Sig adalah $0,003 < 0,05$ maka dengan kata lain H0 ditolak atau H1 diterima. Maka, terdapat hubungan nyata antara putaran *blower* terhadap kapasitas produksi semen.

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Putaran <i>Blower</i> & Hasil Produksi Semen	4	.997	.003

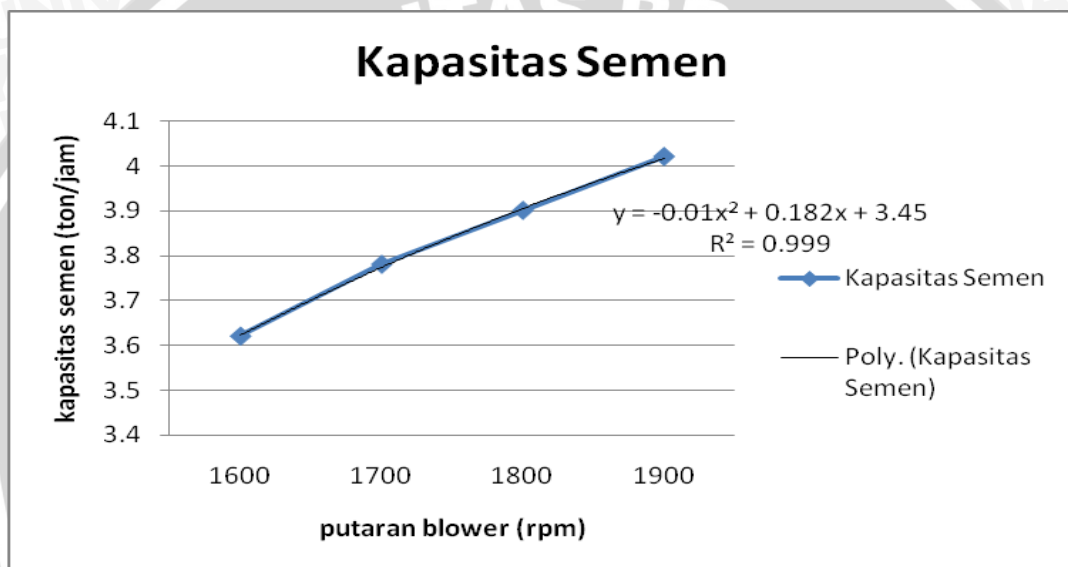
Berdasarkan tingkatan skala hubungan 0 – 1 maka hasil uji *T Paired Test* diatas diketahui bahwa hubungan antara variable yang diteliti sangat kuat . Hal ini

terbukti dimana bahwa tingkat hubungan putaran *Blower* terhadap hasil produksi semen berada pada titik 0,997 dan bersifat positif dalam arti bahwa semakin besar putaran *blower* maka semakin besar pula tingkat hasil produksi semen yang didapat.

4.4 Pembahasan

4.4.1 Hubungan antara Putaran *Blower* dengan Kapasitas produksi semen

Setelah melakukan pengukuran dan melakukan perhitungan maka di dapatkan grafik kapasitas produksi semen sebagai berikut:



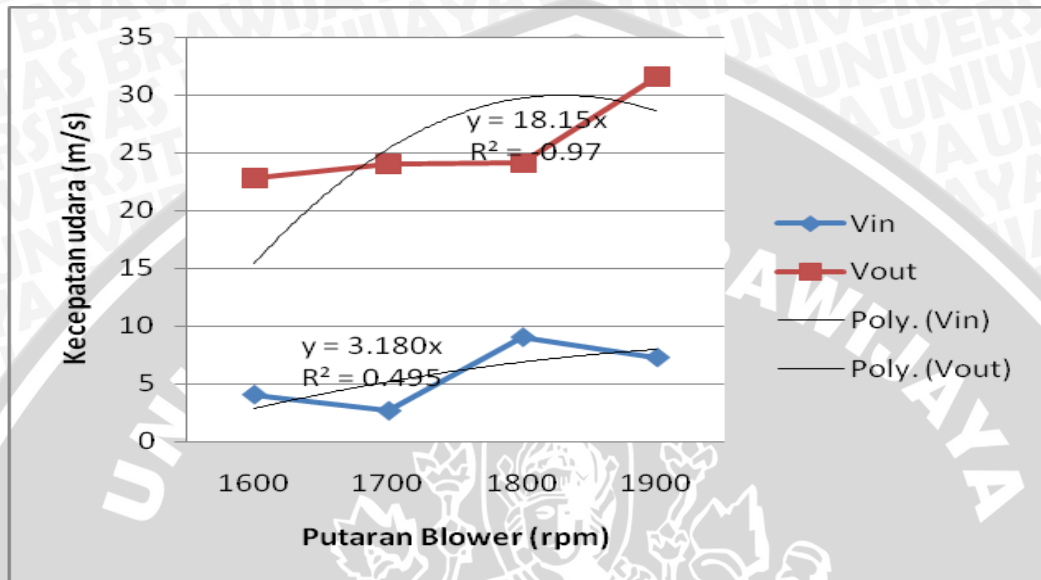
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Putaran blower dengan kapasitas produksi semen.

Pada grafik dapat dilihat bahwa semakin besar putaran *blower* maka kapasitas produksi semen yang mengalir melalui *Vertical Mill* semakin meningkat. Untuk putaran 1600 rpm didapatkan kecepatan udara hisap sebesar 18.69 m/s. Untuk putaran 1700 rpm didapatkan kecepatan udara hisap sebesar 21.33 m/s. Untuk putaran 1800 rpm didapatkan kecepatan udara hisap sebesar 15.05 m/s. Untuk putaran 1900 rpm didapatkan kecepatan udara hisap sebesar 24.31 m/s.

Dari hasil dan grafik di atas, kapasitas produksi yang mengalir mengalami kenaikan dengan meningkatnya putaran *blower* yang diberikan sampai pada titik maksimum yaitu sebesar 1900 rpm. Hal ini disebabkan semakin besarnya putaran *blower*, maka kecepatan udara isap semakin tinggi. Sehingga jumlah produksi

semen semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan teori dasar, putaran blower sebanding dengan kapasitas udara.

4.4.2 Perbandingan V_{in} dan V_{out} kecepatan udara terhadap putaran blower



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan V_{in} dan V_{out} kecepatan udara terhadap putaran blower

Pada grafik diatas dapat dilihat perbedaan yang besar antara V_{in} dan V_{out} pada *vertical mill* dimana kecepatan V_{out} lebih besar dibandingkan dengan kecepatan V_{in} pada *vertical mill*. Hal ini disebabkan karena pada V_{in} *vertical mill* terdapat gas panas hasil pembakaran dan pada V_{out} *vertical mill* tidak terdapat gas panas hasil pembakaran. Sedangkan pengukuran menggunakan jenis *Hot Wire Anemometer*. Sehingga mengakibatkan turun nya nilai kecepatan udara V_{in} *vertical mill* pada saat pembacaan alat ukur. Hal ini karena pengukuran kecepatan udara isap menggunakan *anemometer* jenis termal. *Anemometer* ini bekerja berdasarkan pada jumlah panas yang hilang secara konvektif dari sensor. Selain itu perbedaan V_{in} dan V_{out} juga dikarenakan oleh perbedaan luas penampang dimana luas penampang masuk ($A_{in} = 20114 \text{ cm}^2$) lebih besar dari pada luas penampang keluar ($A_{out} = 11304 \text{ cm}^2$). Sehingga kecepatan V_{out} lebih besar daripada kecepatan V_{in} .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Semakin tinggi putaran *blower* yang diberikan, maka kecepatan udara isap yang mengalir pada *vertical mill* semakin meningkat. Sehingga hasil dari kapasitas produksi semen semakin meningkat juga.
2. Untuk mendapatkan hasil produksi semen yang tertinggi, maka putaran *blower* 1900 rpm yang dipakai dengan kecepatan udara isap 24.31m /s. Dan menghasilkan kapasitas semen sebesar 4.02 ton/jam.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh tekanan dan temperatur pada *vertical mill* terhadap tingkat kapasitas semen.

