

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. TinjauanPustaka**

Berdasarkan topic tugas akhir yang diambil, terdapat beberapa referensi dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya untuk menentukan batasan – batasan masalah yang berkaitan erat dengan topik yang sedang diambil. Referensi –referensi ini akan digunakan untuk mempertimbangkan permasalahan apa saja yang berhubungan dengan topik yang diambil. Adapun beberapa referensi yang digunakan untuk mendukung penulisan tugas akhir ini, antara lain:

Noza Afrian, Firdaus, Edy Ervianto (2015) melakukan penelitian yang berjudul  
“ANALISA KINERJA *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* (ESP) BERDASARKAN BESARNYA TEGANGAN DC YANG DIGUNAKAN TERHADAP PERUBAHAN EMISI DI POWER BOILER INDUSTRI PULP AND PAPER” dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa besar tegangan yang disetting pada ESP PB 3 sebesar 110 kV DC sudah tepat. Karena semakin besar emisi yang masuk ke dalam ESP maka semakin besar tegangannya untuk menangkap emisi tersebut, yang mana tegangan aktual maksimumnya sebesar 70 kV dan emisi maksimum yang masuk 135 mg/Nm<sup>3</sup> . Efisiensi ESP tergantung pada tegangan yang dibangkitkan, semakin besar tegangan yang dibangkitkan maka efisiensi akan naik.

Sepfitrah, Yose Rizal (2015) melakukan penelitian yang berjudul “ANALISIS *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* (ESP) UNTUK PENURUNAN EMISI GASBUANG PADA RECOVERY BOILER” dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa Kecepatan partikel melewati ESP mempengaruhi efisiensi penangkapan gas buang oleh pelat pengumpul. Kecepatan partikel masuk ke ESP dipengaruhi oleh perforasi screen pada awal masuknya ESP. Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan perpindahan partikel melewati ESP didapat nilai sebesar 4,54 cm/s. Nilai kecepatan ini masih tergolong rendah dibanding, 6,4 – 9,5 cm/s berdasarkan tetapan/referensi kecepatan. Luas area spesifik (SCA) pelat pengumpul jugamenentukan terhadap tingginya efisiensi ESP. Semakin tinggi SCA maka efisiensi juga akan semakin tinggi, dengan diimbangi naiknya kuat arus yang harus dialirkan pada pelat pengumpul dan elektroda dischard. Hasil perhitungan SCA, pada ESP RB1 dengan kondisi keempatnya berfungsi normal adalah sebesar 19,87 m<sup>2</sup> per 1000 m<sup>3</sup>/h, sedangkan bila salah satu ESP tidak berfungsi, nilai SCA-nya adalah 14,9 m<sup>2</sup> per 1000 m<sup>3</sup>/h. Baik dalam kondisi normal maupun kondisi salah satu ESP tidak berfungsi, nilai SCA tersebut masih berada dalam range disain ESP sebesar 11 – 45 m<sup>2</sup> per 1000 m<sup>3</sup>/h, untuk menghasilkan efisiensi lebih dari 99 %.

Luthfi muttaqim (2015) melakukan penelitian yang berjudul “ Analisa electrostatic Precipitator (ESP) pada *exhaust* dalam upaya pengenalian Particulate debu gas buang mesin engine” dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa semakin rapat jarak plat dan semakin tinggi tegangannya maka semakin besar habatan terhadap fluida, sehingga semakin berkurang kecepatan fluidanya.

## B. Landasan Teori

### 1. Pengertian *ash handling*

*Ash Handling Plant* adalah peralatan bantu dari sebuah PLTU berbahan bakar batubara. *Ash Handling Plant* berada dalam system aliran gas buang, memiliki peralatan penangkap abu yang dibangun menyatu dengan aliran bahan bakar/gas buang.

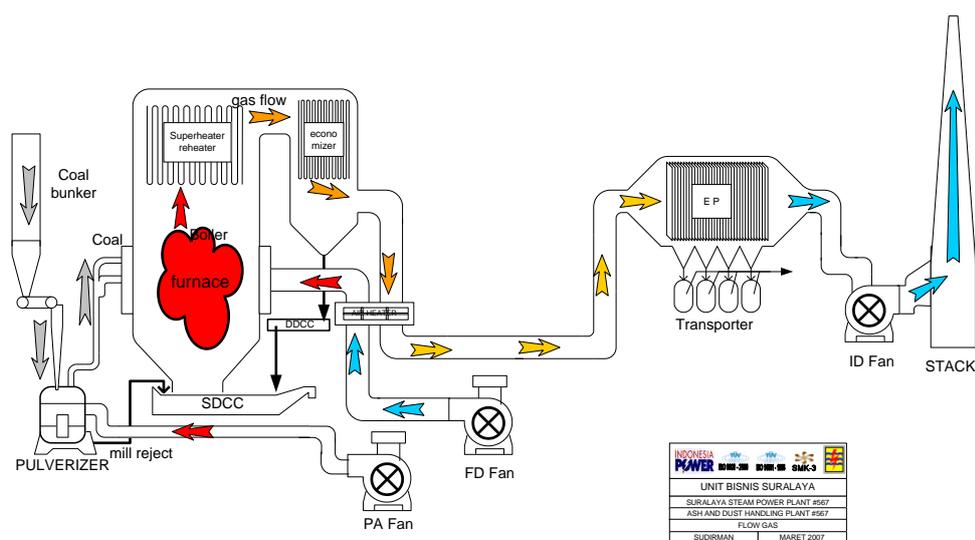
*Ash Handling Plant* mempunyai alat yang berfungsi sebagai penangkap abu sisa pembakaran, *Electrostatic Precipitator* (ESP). Batubara yang dialirkan ke dalam ruang *baker* sebagai bahan bakar PLTU akan menghasilkan gas buang yang mengandung partikel abu. Sebelum dibuang ke atmosfer, gas buang yang mengandung partikel abu akan melewati suatu ruang yang di dalamnya terdapat pelat-pelat yang dapat menangkap partikel abu. Pelat tersebut dialiri listrik searah (DC) dengan tegangan hingga 70 kv. Abu hasil tangkapan ESP disalurkan melalui *Transporter / Transmitter* maupun Ban-ban berjalan ke pembuangan terakhir atau ditampung di dalam penampung (Silo) untuk dimanfaatkan / dijual. Abu sisa pembakaran (*FlyAsh*) dapat digunakan sebagai bahan campuran pembuat batako, semen dll.

*Transporter / Transmitter* adalah tabung yang berfungsi sebagai pemindah abu hasil tangkapan ESP, abu dipindah ke penampung (Silo) dengan cara dihembus oleh udara yang berasal dari *Compressor* yang dikeringkan terlebih dahulu.

Selain itu, *Ash Handling Plant* juga mempunyai peralatan yang berfungsi sebagai penampung dan penyalur abu sisa pembakaran yang berasal dari ruang *baker* (*furnace*). Batubara (serbuk) yang dimasukkan ke dalam ruang *baker* sebagian tidak terbakar dan abu yang tidak terhisap oleh *ID Fan* akan jatuh dan ditampung di bagian bawah ruang *baker* (*BottomAsh*). Bak penampung abu yang berada di bagian bawah ruang *baker* (*SDCC / SSC*) juga berfungsi sebagai perapat (*seal*) ruang *baker*, sehingga ruang *baker* tidak bertekanan positif, abu yang terkumpul akan dibuang ke pembuangan terakhir

melalui *Conveyor-conveyor* (Ban Berjalan) yang sebelumnya di saring dan dihaluskan oleh *Vibrating Screen* dan *Crusher*.SDCC / SSC juga menampung *coal reject* yang berasal dari *Pulverizer*, *coal reject* adalah batubara yang tidak tergerus oleh *Pulverizer*, batubara reject yang berasal dari *Pulverizer* ditekan dengan air dan dialirkan ke dalam bak SDCC / SSC.

SDCC / SSC juga menampung abu yang berasal dari ruang *Economizer* dan *Air Heater-Air Heater*.Abu dari ruang *Economizer* dan *Air Heater* disalurkan dengan cara dihembus oleh *Air Blower* atau menggunakan *chain* bersayap (*DDCC :Dry Drag Chain Conveyor*). SDCC / SSC diisi air yang berasal dari *discharge CWP* (air laut), dapat juga berasal dari sungai atau air tawar, untuk menjaga level dan temperature air, maka perlu disirkulasikan dan *disupply* terus menerus.SDCC / SSC dilengkapi dengan pompa-pompa yang berfungsi mensirkulasikan air perapat tersebut. *Supply* air laut lebih ekonomis dibandingkan dengan air tawar. Air laut lebih ekonomis karena ketersediaan air laut yang banyak, cukup disirkulasikan dan langsung dibuang ke kanal.Jika pendingin/perapat menggunakan air tawar perlu diperhatikan ketersediaan air tawar dan untuk menghemat (tidak langsung dibuang) perlu dilengkapi dengan *cooler*.



Gambar 2.1 Aliran Udara masuk / keluar dan bahan baker (batubara)

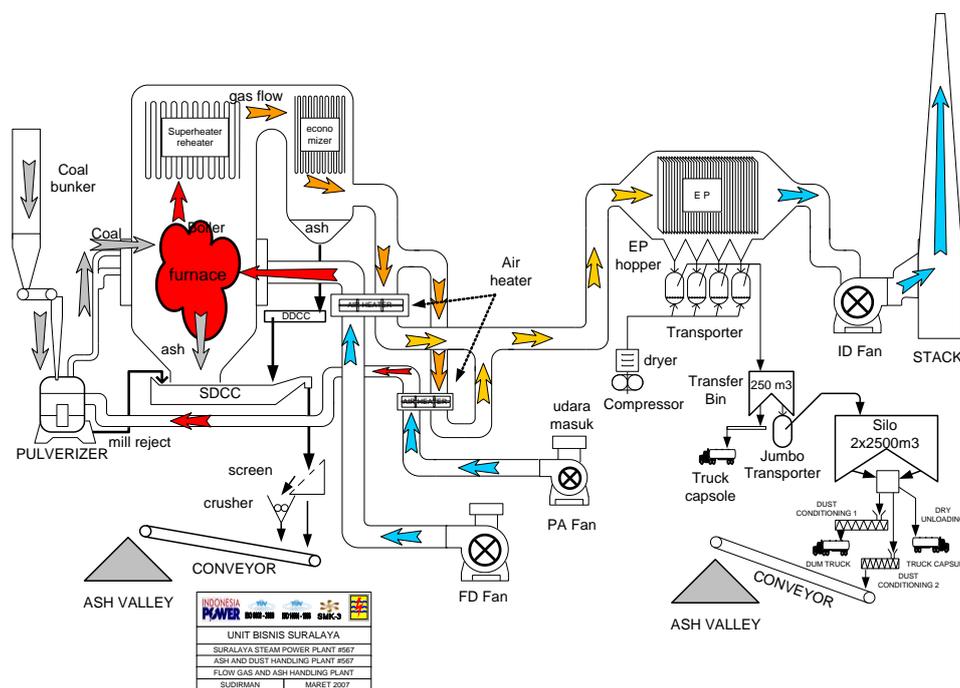
Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

### C. Ash Handling System dan Alat Bantunya

Dari pendahuluan di atas, *Ash Handling Plant* mempunyai 2 (dua) bagian / system, yaitu :

#### 1. Fly Ash System

*Fly Ash* system adalah peralatan *Ash Handling* yang berfungsi menyalurkan abu sisa pembakaran yang berasal dari ruang baker. Bahan baker (batubara) yang sudah dihaluskan dimasukan ke dalam ruang *baker* dengan cara dihembus oleh *PA Fan* dan dihisap oleh *ID Fan* untuk selanjutnya dibuang ke *Atmosfir* melalui cerobong asap (*stack*). Sisa pembakaran yang mengandung partikel-partikel abu dialirkan ke *Atmosfir* melalui ruang yang telah dipasang *ESP (Electrostatic Precipitator)*. Partikel abu yang terdapat dalam sisa pembakaran akan ditangkap oleh *ESP* dan disalurkan ke pembuangan melalui *Transporter-Transporter / Conveyor-Conveyor*.



Gambar 2.2 Posisi Ash Handling Plant dalam sebuah PLTU

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

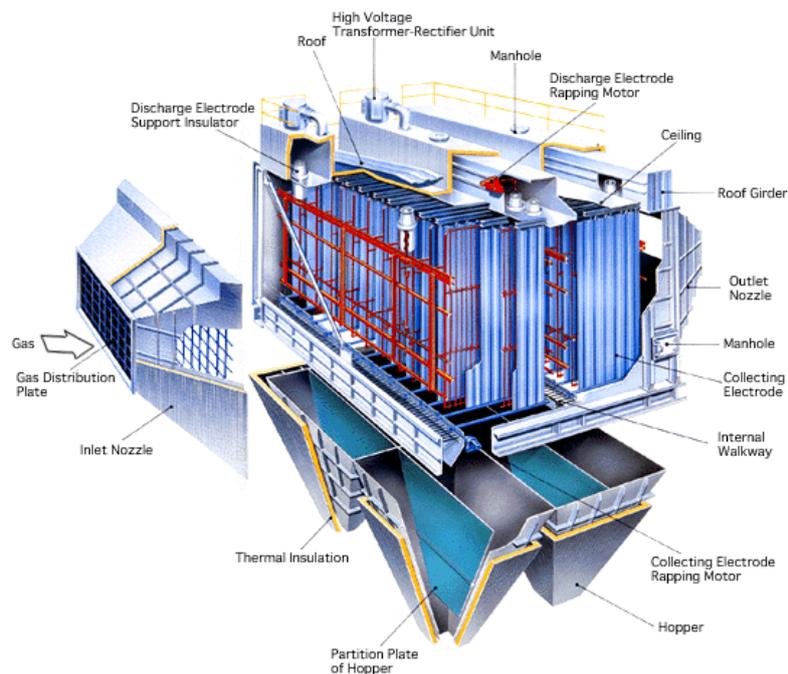
**a. ESP (*Electrostatic Precipitator*)**

Salah satu cara untuk mengatasi limbah abu di PLTU adalah dengan dipasangnya *Electrostatic Precipitator* (ESP). Keunggulan *Electrostatic Precipitator* (ESP) dibandingkan dengan metode yang lain adalah tingkat keeffisiannya yang tinggi/besar, yakni bias mencapai lebih dari 90%. *Electrostatic Precipitator* (ESP) adalah peralatan yang berfungsi menangkap abu sisa pembakaran yang berada dalam gas buang yang akan dibuang ke atmosfer melalui *stack*, sehingga gas buang yang akan dibuang tidak mengandung partikel-partikel abu yang dapat mencemari lingkungan.

Prinsip kerja *Electrostatic Precipitator* (ESP) adalah partikel – partikel abu dari boiler yang belum bermuatan, akan diberi muatan – ( *negative* ) oleh *Electroda* dan selanjutnya dengan teori *Electric magnet* akan ditangkap oleh *Collecting Plate*. Abu pada *Collecting Plate* akan jatuh ke *Hopper* setelah proses *rapping*. Proses penangkapan partikel abu dari gas buang menggunakan prinsip gaya *electrostatic*. Gas dialirkan pada suatu ruangan (*chamber*) yang bagian dalamnya terdiri dari ”*DISCHARGE ELECTRODA (WIRE)*” dengan tegangan tinggi (DC 50 KV) sebagai kutub negatif dan ”*COLLECTING ELECTRODA PLATE*” yang dibumikan sebagai kutub positif. *Electroda electroda* ini dipasang secara *vertical* dan saling berhadapan. *Discharge electroda (wire)* dipasangkan pada suatu rangka sebagai suatu pengaman, setiap rangka dihubungkan satu dengan yang lainnya sebagai satu kesatuan kerja.

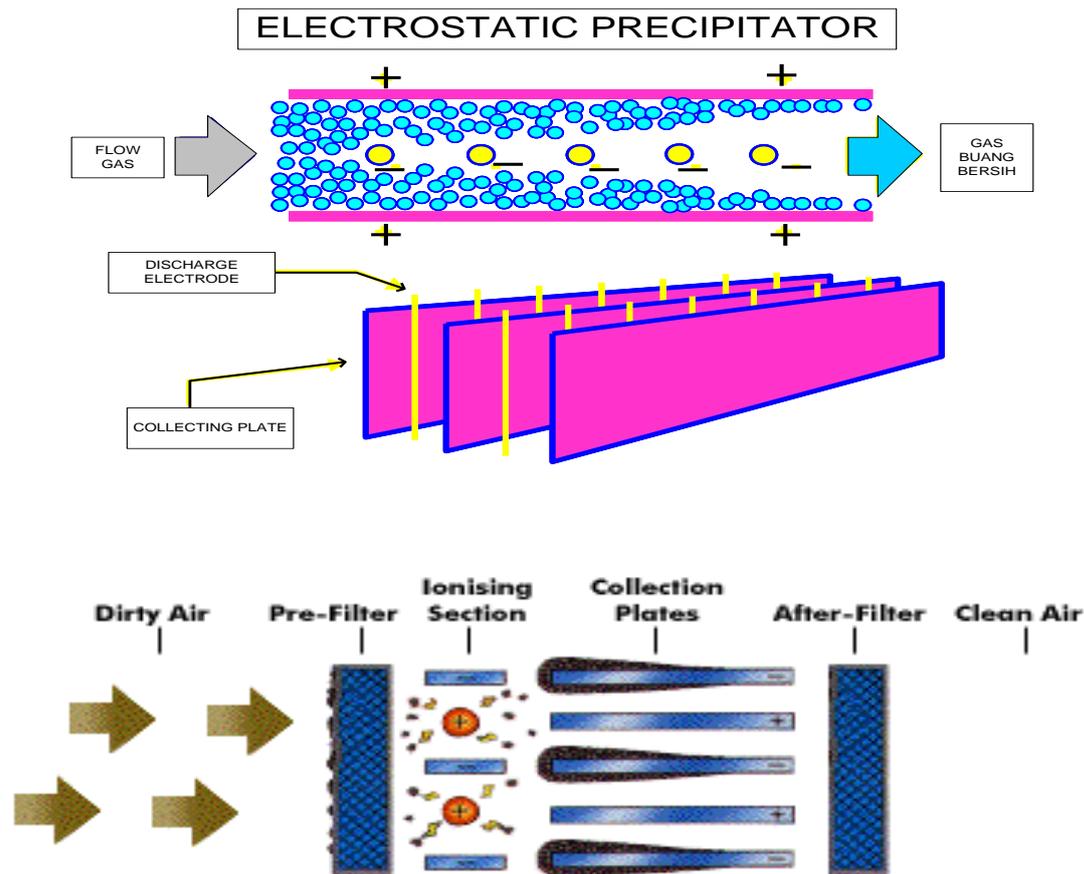
Di dalam daerah penangkapan yang terdiri dari *collecting plate* dan *discharge electrode* (kawat) akan dibangkitkan suatu medan listrik yang cukup besar. Selain itu juga akan menyebabkan molekul molekul udara dipercepat gerakannya sehingga bertabrakan yang mengakibatkan *electronnya* terlepas dari orbitnya dan menjadi

*electron* bebas. Bila tegangan yang dibangkitkan semakin besar maka akan tercipta suatu *corona* dan *electron* bebas yang terbentuk semakin banyak. Abu terbang yang melewati medan *corona* ini akan bertabrakan dengan ion-ion dan *electron* bebas, sehingga partikel abu yang tidak bermuatan akan menjadi bermuatan. Karena pengaruh medan listrik partikel-partikel tersebut bergerak menuju *collecting plate*. Partikel abu ini akan jatuh ke bawah karena gravitasi. Sisa abu yang masih menempel pada *collecting plate* dan discharge electrode akan dibersihkan dengan sistem penghentakan (*rapping*). Mekanisme penghentakan bekerja dalam selang waktu tertentu. Abu yang telah terkumpul ini harus dibuang agar tidak menimbulkan masalah pada internal penangkap abu *electrostatic precipitator*.



Gambar2.3 Electrostatic Precipitator

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Electrostatic Precipitator

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

### ***b. Transformer Rectifier***

Adalah peralatan utama ESP yang berfungsi mencatu daya sehingga ESP bisa bekerja. Tegangan input : 0- 380 Volt output :40- 70 KV DC. *Transformer* dan *Rectifier* diletakkan dalam satu tanki dan terendam minyak pendingin trafo, sehingga dinamakan *Transformer Rectifier*.

Maka, Rumus effisiensinya adalah,  $EFF = \frac{V_{sett}}{V_{max}} \times 100\%$

### ***c. Collecting Plate***

Pelat baja yang dipasang sejajar berfungsi sebagai penangkap abu.



Gambar 2.5 Collecting Plate ESP

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

**d. Electroda Wire**

Berfungsi sebagai pemberi kontribusi arus yang diberikan kepada abu dari *boiler* yang belum bermuatan, yang selanjutnya ditangkap oleh *Collecting Plate*.



Gambar 2.6 Discharge wire ESP

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

**e. Colecting Rapper Motor**

Berfungsi untuk memukul/*merapping* *Collecting Plate* secara periodik agar abu yang menempel pada *Collecting* jatuh ke *Hopper*. Apabila *Collecting Plate* bersih maka proses penangkapan abu di dalam ESP akan lebih baik

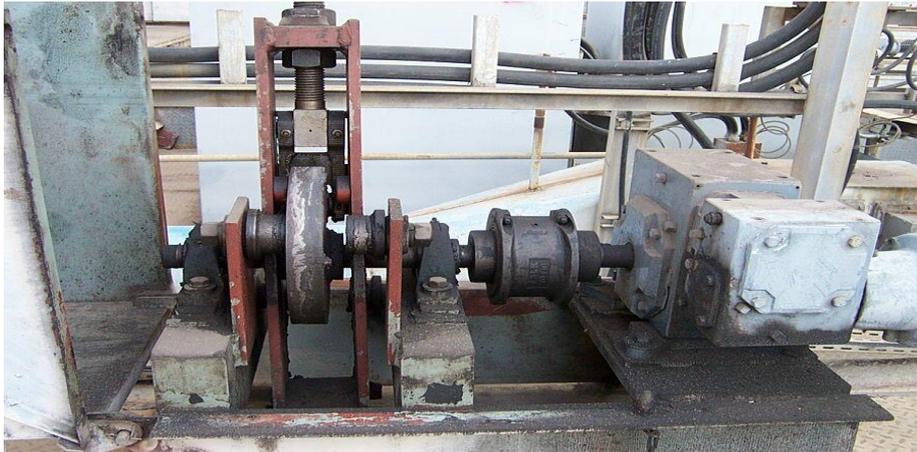
*f. Discharge Rapper Motor*

Berfungsi untuk memukul/merapping *Electroda Wire* secara *periodic* agar abu yang menempel pada *Electroda Wire* jatuh ke *Hopper*. Apabila *Electroda Wire* bersih maka kontribusi Arus yang diberikan oleh *Electroda Wire* pada *Collecting Plate* akan lebih baik.



Gambar 2.7 Rapper

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

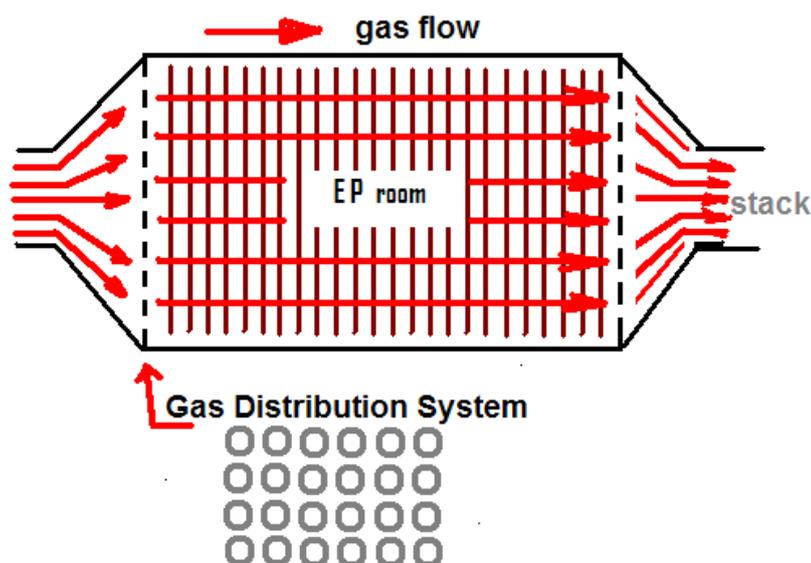


Gambar 2.8 Penggerak Rapper

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

### g. *Gas Distribution System*

Untuk mendapatkan *effisiensi* ESP yang optimal *Gas Distribution System* mempunyai peranan yang sangat penting yaitu untuk mendistribusikan *fly ash* ke seluruh *field area*. *Gas distribution system* terdiri dari plat-plat baja yang tersusun sedemikian rupa searah dengan *gas flow*, sehingga *fly ash* dapat tersebar ke seluruh *field area*.



Gambar 2.9 Gas Distribution Sistem

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

#### ***h. Control Power***

Berfungsi sebagai pengatur / pengendali kerja ESP , hingga ESP bekerja secara otomatis sesuai dengan fungsinya.

Maka rumus untuk pengaturan sudut fasanya adalah :

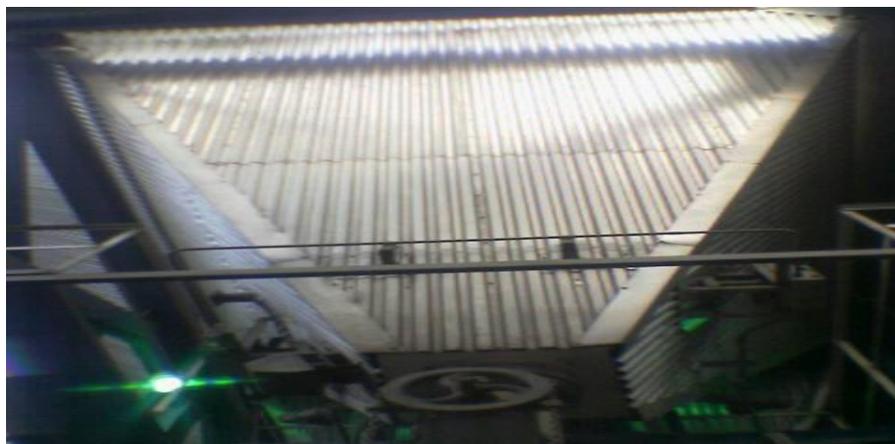
$$T = \frac{1}{F}$$

$$V_{act} = \frac{V_{sett}}{V_{max}} \times 100\%$$

$$Y = \frac{\max \text{ sudut fase } (180^\circ) - 0}{0 - 100\%} (\text{hasil setting} - 100) + 0$$

#### ***i. Hopper***

Berfungsi sebagai penampung abu yang jatuh dari *Collecting Plate* dan *Electroda* setelah proses rapping. Pada sebuah *Electrostatic Precipitator* dipasang *Hopper-hopper* yang menampung abu hasil tangkapan ESP, jumlah *Hopper* sesuai dengan jumlah ESP yang terpasang.



Gambar 2.10 ESP Hopper

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

## 2. *Transporter / Transmitter, Jumbo Transporter, PGC*

*Transporter / Transmitter* berfungsi sebagai pemindah abu hasil tangkapan ESP (*electrostatic Precipitator*), dari *ESP Hopper ke Transfer Bin* yang selanjutnya di pindahkan lagi ke Penampung yang lebih besar (*Silo*).

Prinsip kerja *Transporter* adalah menampung dan menyalurkan/memindahkan abu yang berasal dari *ESP Hopper ke Transfer Bin*, Tabung *Transporter* terisi oleh abu dari *ESP Hopper*, setelah level Tabung penuh. Pada kondisi pengisian (*Filling Time*): *Vent Valve open, Ash Inlet Valve open, Air Inlet Valve* dan *Ash Outlet Valve* tetap posisi *close*. Setelah Tabung terisi abu (berdasarkan level sw.) *Ash Inlet Valve Close, Vent Valve Close*. Pada kondisi *Transporting (Transporting Time)*: *Ash Outlet Valve open, Air inlet Valve open*. Tekanan di tabung *transporter* akan naik sampai +/- 2,5 kg/cm<sup>2</sup> dan akan turun mendekati tekanan 0 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu +/- 6 menit. Setelah tekanan tabung *Transporter* mendekati 0 (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) *Air Inlet Valve close, Ash Outlet Valve Close*. *Transporting* selesai, mulai lagi ke Pengisian (*Filling Time*). Selanjutnya *transporter* akan mulai pengisian dan *transporting* secara *auto*, *transporter* akan *transporting* bila tabung *transporter* penuh. Khusus *Transporter Row 3 dan 4 (Transporter 17 sd 32)* akan *transporting* berdasarkan timer selain berdasarkan level sw. *Jumbo Transporter* berfungsi seperti *Transporter / Transmitter* namun mempunyai kapasitas yang lebih besar. Media pemindah abu adalah udara *transporting* yang berasal dari *Compressor*. Alat pemindah abu yang lain adalah *PGC (Pneumatic Gravity Conveyor)* adalah jenis pemindah abu hasil tangkapan ESP yang menggunakan media pemindah udara dari *Fan*, abu mengalir karena beratnya dan dengan bantuan bantalan udara dari *Fan*.



yang rendah, karena itu diperlukan fan yang kecil saja. Bahan penyekat yang berpori biasanya terbuat dari kain tenun, asbes yang dipress atau keramik. Lubang-lubang dari penyekat adalah sangat penting, kelembaban membawa *effect* yang merugikan pada penyekat dan bila ini terjadi, penyekat harus dikeringkan atau diganti. *Unit-unit* dengan *boiler* yang besar mempunyai suhu gas bekas yang rendah. Ini akan menimbulkan kelembaban terutama bila *start up boiler* setelah berhenti untuk beberapa lama. Bila ini terjadi abu yang lembab harus dikeluarkan melalui saluran darurat dan ditampung dengan mobil truk. Bila tidak ada truk debu diturunkan kelantai dan diangkat secara manual. Ini tentunya memerlukan waktu yang lama dan kotor. Itulah sebabnya sekarang sedang dipikirkan untuk mendesain *conveyor* mekanis yang mampu mengalirkan debu kering ataupun lembab / basah. Memindahkan debu kering dengan menggunakan *conveyor* udara adalah cara pengangkutan yang termurah / tonnya dan sedikit pemeliharaan.

#### **a. Tabung**

Tabung *transporter* berada tepat di bawah *ESP Hopper* yang berfungsi sebagai penampung abu yang berasal dari *ESP Hopper* yang selanjutnya dipindahkan (*transfer*) ke *Transfer Bin*. Di dalam tabung *Transporter* terdapat membran (*aramid*) sebagai pemisah antara abu dan udara *transporting*. Tabung *Transporter* yang berada pada barisan depan biasanya berukuran lebih besar dari pada tabung yang berada pada barisan belakang, karena abu hasil tangkapan *ESP* pada bagian lebih banyak dari bagian belakang. Tabung *Transporter* dilengkapi *Main hole* dan *safety valve*



Gambar 2.12 Tabung Transporter ukuran 0,85 m<sup>3</sup> dan 0,25 m<sup>3</sup>

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

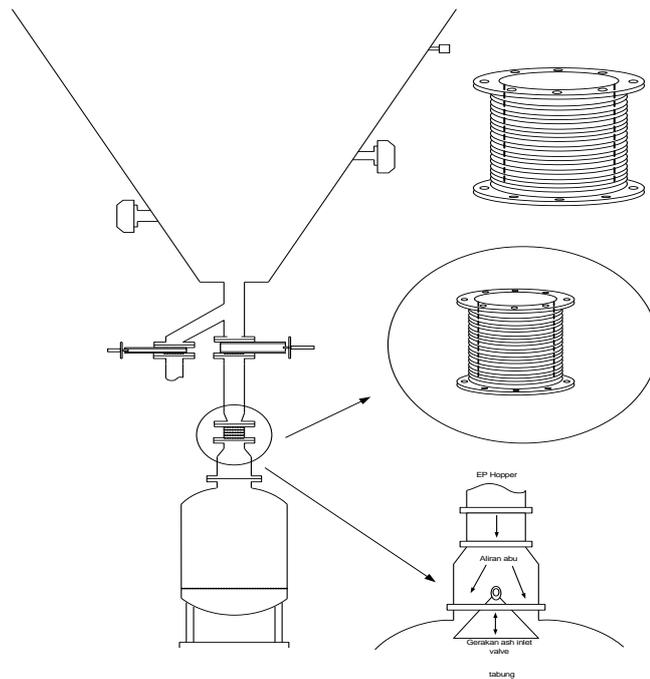
***b. Ash Inlet Valve***

*Ash inlet valve* adalah katup yang berfungsi membuka dan menutup aliran abu yang datang dari *ESP Hopper*.



Gambar 2.13 Bagian luar ash inlet valve

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015



Gambar 2.14 Bagian dalam ash inlet valve

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

**c. Ash Outlet Valve**

*Ash Outlet valve* adalah katup yang berfungsi untuk membuka dan menutup aliran abu yang keluar dari tabung. *Type valve* adalah *Ball valve*.



Gambar 2.15 Ash outlet valve

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

**d. Vent Valve**

*Vent valve* adalah katup yang berfungsi untuk membuka dan menutup pipa (*line*)venting agar abu dari *ESP hopper* mudah mengalir/turun ke tabung Transporter.*Line venting* diarahkan ke bagian atas *ESP hopper* yang mempunyai tekanan *negative*.



Gambar 2.16 Line Venting dan Vent valve

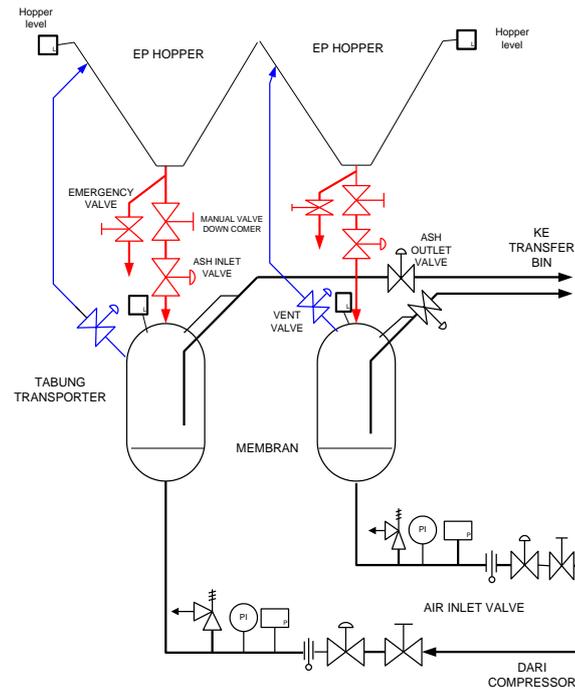
Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

**e. Air Inlet Valve**

*Air Inlet valve* adalah katup yang berfungsi untuk membuka dan menutup aliran udara yang berfungsi sebagai media pendorong abu.

**f. Membran / Aramid**

Membran berada di dalam tabung transporter berfungsi sebagai pemisah antara abu dan udara *transporting*.



Gambar 2.17 Bagian-bagian Transporter

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

**g. *Line Ash Outlet***

Adalah pipa sebagai jalur mengalirnya abu keluar dari *Transporter* menuju *Transfer bin / Silo*

**h. )*Line Ash Inlet (Down Comer***

Adalah pipa sebagai jalur mengalirnya abu masuk ke Tabung *Transporter* dari *ESP Hopper*.



Gambar 2.18 Line Ash Inlet dan Line Ash Outlet

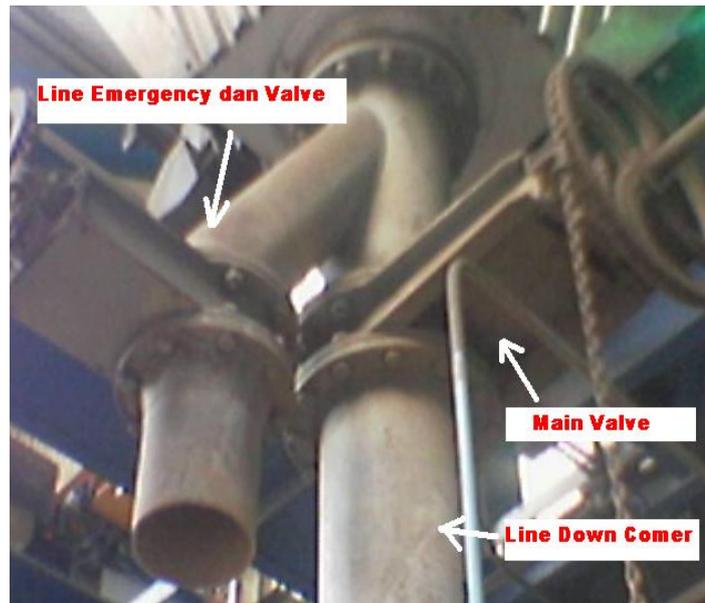
Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

**i. *Emergency Valve***

*Emergency valve* adalah katup yang berfungsi untuk membuka dan menutup aliran abu yang akan dikeluarkan melalui line *Emergency*, jika *Transporter* mengalami gangguan sehingga tidak bisa beroperasi. Abu dialirkan melalui saluran *Emergency* dan diarahkan ke *Vacuum Truck*.

**j. *Main Valve (Isolating Valve)***

*Main valve* adalah katup yang berfungsi untuk membuka dan menutup aliran abu yang keluar dari *ESP Hopper*. Pada keadaan normal operasi *valve* ini selalu dalam keadaan terbuka. Penutupan *valve* dilakukan bila akan ada perbaikan pada Tabung *transporter*.

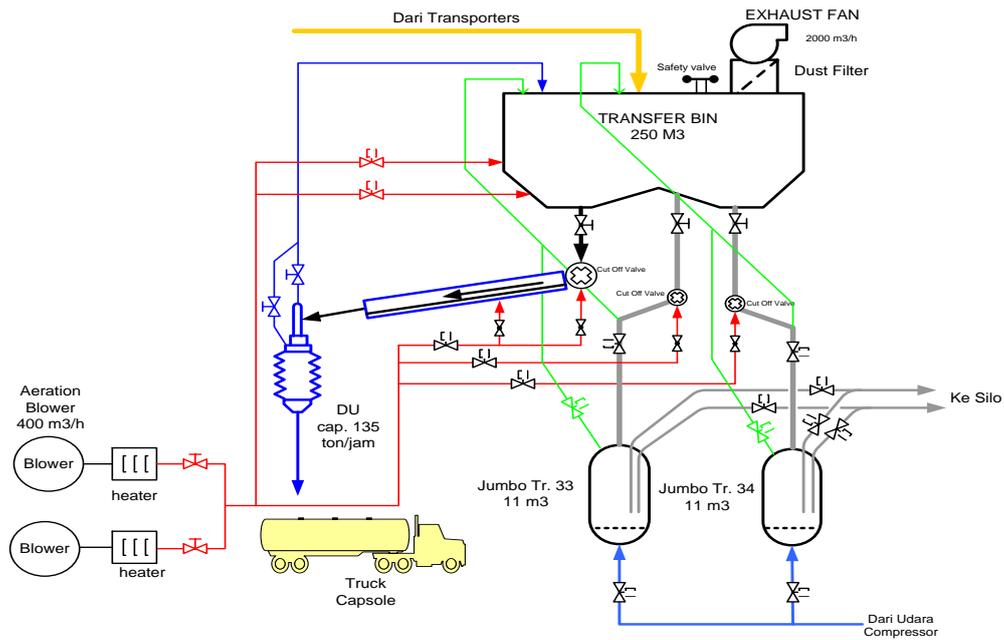


Gambar 2.19 Line Emergency dan Valve / Main Valve

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

### 3. *Transfer Bin / Buffer Hopper / Silo*

*Transfer Bin / Buffer Hopper / Silo* adalah penampung abu yang berasal dari *Transporter / Transmitter / PGC*, dari *Transfer Bin / Buffer Hopper / Silo* abu akan dipindahkan / dibuang ke pembuangan terakhir (*Ash Valley*). Sebuah *Transfer Bin / Buffer Hopper / Silo* dilengkapi *Exhaust Fan* dan *Blower / Fan*. Untuk memindahkan abu dalam *Transfer Bin / Buffer Hopper / Silo* dapat menggunakan *Jumbo Transporter* atau *Dust Conditioner / Mixer*, *Transfer Bin / Buffer Hopper / Silo* juga dilengkapi perlengkapan untuk melayani konsumen *Fly Ash*, yaitu *Dry Unloading System*.



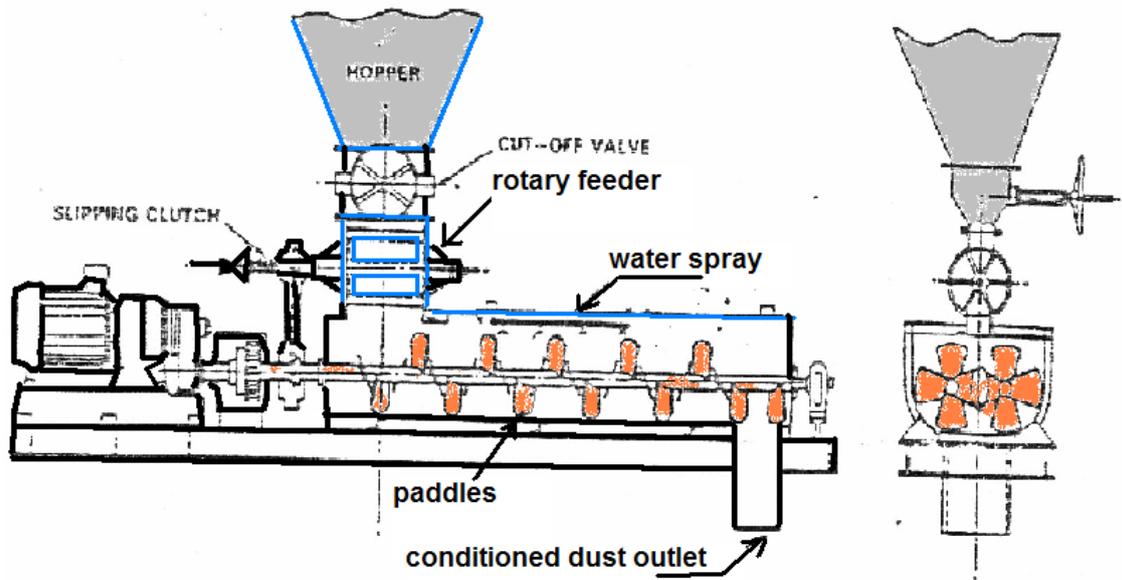
Gambar 2.20 Transfer Bin / Silo

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

#### 4. *Dust Conditioning / Mixer, Conveyor*

*Dust Conditioning / Mixer dan Conveyor* adalah peralatan *Fly Ash System* yg berfungsi memindahkan dan menyalurkan abu dalam *Transfer Bin / Buffer Hopper /*

*Silo* ke pembuangan akhir. Abu dalam *Transfer Bin / Buffer Hopper / Silo* di fluidizing oleh Blower atau Fan sehingga mudah turun / mengalir ke *Dust Conditioning / Mixer*. Sebelum dialirkan ke *Conveyor*, abu di spray dengan air sehingga tidak menimbulkan polusi dalam perjalanan ke *Ash Valley*. Pengaturan air untuk spray sangat diperlukan agar campuran tidak lengket maupun tidak kekurangan. Abu yang lengket akan menimbulkan masalah di *Conveyor system*, terutama pada bagian-bagian *chute / Diverter gate*. Peralatan pengeluaran dipasang disisi keluar *Transfer Bin / Buffer Hopper*. Dilengkapi *mixer rotary dust conditioner* (gambar 12) untuk mencampur dan melembabkan debu sehingga dapat ditransportasikan dengan kendaraan terbuka atau *Conveyor* tanpa menyebabkan gangguan debu. *Rotary dust conditioner* terdiri atas pelat dengan permukaan yang miring/ seperti baling-baling bersusun dan berputar dengan di atasnya dipasang pemancar air dan *scraper*. Debu di *Transfer Bin / Buffer Hopper* keluar melalui katup utama yang terletak disisi masuk *dust conditioner / Conditioning Unloader*. *Rotary feeder* mengatur jumlah debu yang masuk ke *dust conditioner / Conditioning Unloader* sehingga tetap. Baling *dust conditioner / Conditioning Unloader* berputar dan mencampur debu dengan air sampai rata kelembabannya. *Nozzle* penyemprot dipasang di atas tangki *conditioner*. Operasi *dust conditioner / Conditioning Unloader* tidak akan pernah tepat karena aliran debu yang bervariasi, karena itu diperlukan operasi dengan tingkatan yang lebih tinggi dan disiplin operator. Dengan kata lain kelembaban yang tepat susah dicapai, kalau tidak terlalu basah maka akan terlampau kering.



Gambar 2.21 Mixer / Conditioning Unloader

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

Karena lokasi *Ash Valley* jauh dari *unit* pembangkit maka untuk mencapai lokasi tersebut perlu dibangun *Conveyor-conveyor* yang saling berhubungan. Antar *Conveyor* dihubungkan oleh *chute* / corong yang mempunyai *gate* yang dapat dipindahkan arahnya. Untuk menjaga keandalan peralatan dan agar kesiapannya selalu terjamin, setiap peralatan dibuat rangkap, sehingga jika terjadi kerusakan atau ada perbaikan pada satu alat dapat menggunakan peralatan pasangannya.

Pada umumnya belt terbuat dari :

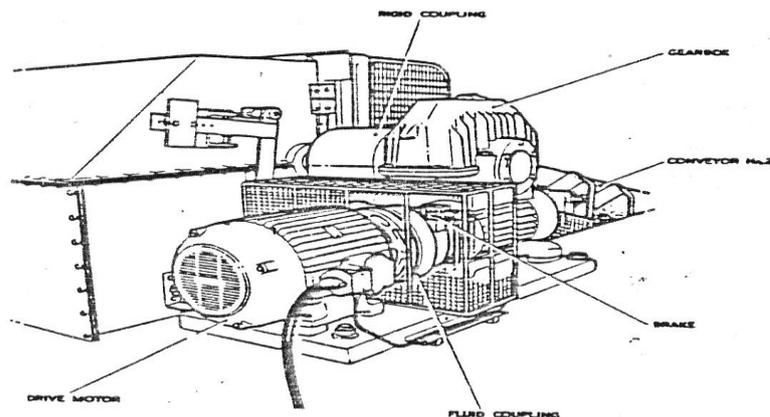
- a. Pembawa beban yang diberi penguat.
- b. Sisi pembawa bagian atas dilapisi karet.
- c. Dilapisi karet bagian bawah.
- d. Penutup dengan karet pada penguatnya pada semua sisi untuk pengamanan terhadap goresan, kelembaban kimiawi dan mikroba

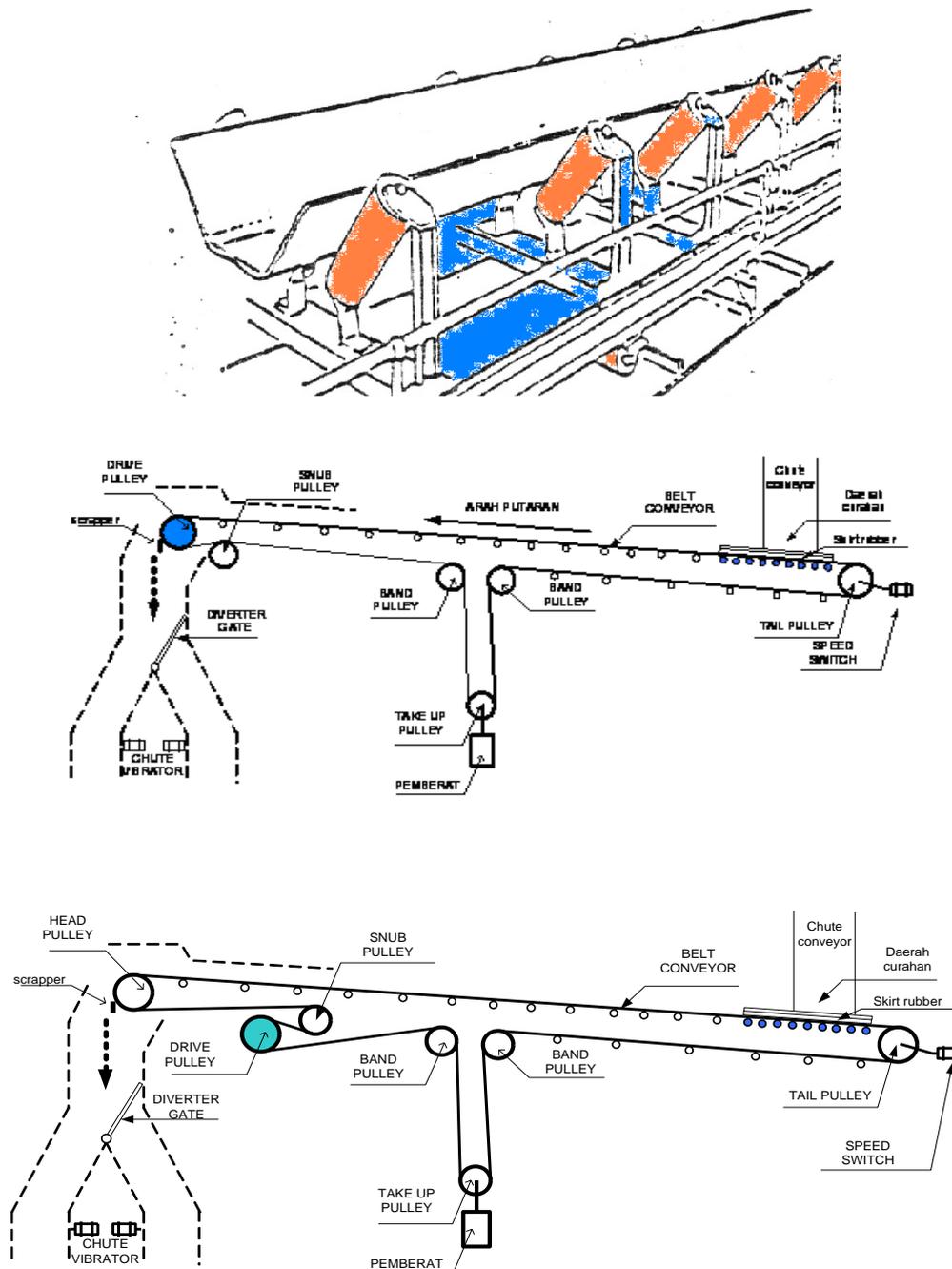
Penggerak *conveyor* biasanya terdiri dari motor induksi *gear box* dan kopling fluida yang menggerakkan *head pulley conveyor*.

Kopling fluida banyak dipergunakan untuk memenuhi karakteristik seperti berikut :

- a. Agar motor dapat berakselerasi sampai mendekati putaran nominalnya dalam keadaan tanpa beban, sehingga motor baru mulai dibebani pada putaran 60-80% dari putaran nominalnya.
- b. Untuk membatasi gaya yang dipindahkan dalam rangka menjaga ketegangan belt yang cukup untuk menjamin akselerasi yang konstan.
- c. Harus bisa salip waktu *start-up*, tetapi bisa jalan pada beban minimum tanpa *over heating*.
- d. Kopling harus dapat menyerap dan membuang panas.
- e. Meredam getaran.

Ada 2 tipe kopling fluida, pertama mempunyai jumlah fluida yang tetap yang disebut *traction*, dan yang lainnya memiliki jumlah fluida yang berubah yang disebut "*Type scope*". Fluida yang dipakai biasanya minyak berviskositas rendah, tidak berbasa dan beroksidasi.





Gambar 2.22 Conveyor dan bagian-bagiannya

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

## 5. Compressor dan Dryer

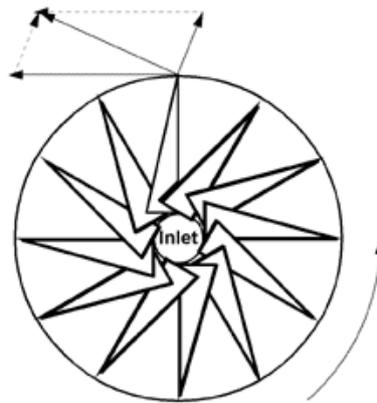
Bagian dari *Fly Ash System* yang berfungsi sebagai pensupply udara *Transporting* adalah Compressor dan *Dryer*. Untuk menjaga kecukupan udara bertekanan pada masing-masing *unit* biasanya dipasang beberapa *Compressor* yang dilengkapi *Dryer* dan *Receiver Tank*. Udara yang akan digunakan sebagai media *transporting* abu dari

*Transporter / Transmitter* dikeringkan oleh *Dryer*, sehingga tidak terjadi penggumpalan dalam line *Transporter / Transmitter*.

Ada 3 jenis kompresor yang paling umum digunakan dalam industri, yaitu jenis *centrifugal*, *reciprocating* dan *Rotary screw*. Tiap jenis kompresor memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing :

**a. Kompresor Jenis *Centrifugal***

Udara bertekanan tinggi dihasilkan dengan mengkonversi momentum sudut akibat putaran tinggi dari *impeller (dynamic displacement)*. Biaya instalasi kompresor relatif rendah dan penurunan efisiensinya hanya sebesar 60 % dari output keluarannya namun biaya pembeliannya relatif tinggi.

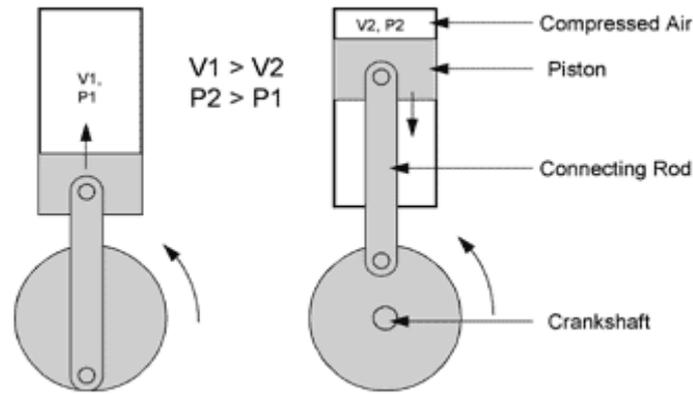


Gambar 2.23 Centrifugal Compressor Impeller Diagram

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

**b. Kompresor Jenis *Reciprocating***

Merupakan kompresor *positivedisplacement* yang menghasilkan udara kompresi melalui perubahan volume udara terhadap terjadinya peningkatan tekanan. Kompresor jenis ini menghasilkan penggunaan energi yang paling efisien, baik pada saat *Full Load* maupun *Part Load*.

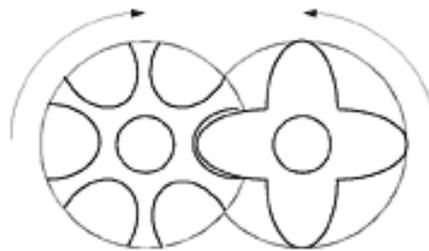


Gambar 2.24 Reciprocating Compressor Schematic

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

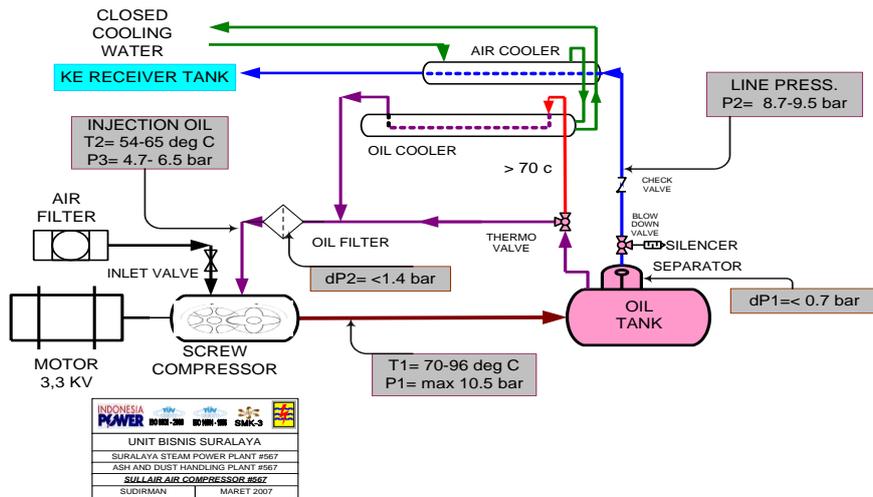
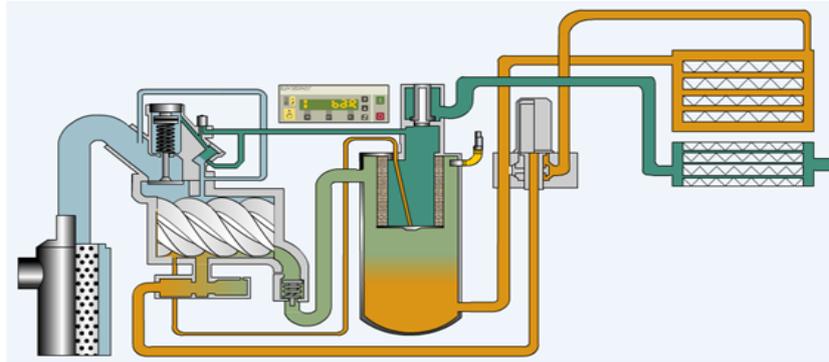
### c. Kompresor Jenis *Rotary Screw*

Termasuk *positivedisplacement*, dimana dua rotor berbentuk helical saling bertautan dan membentuk ruang yang semakin mengecil secara axial sehingga dapat memampatkan udara yang terjebak. Kompresor jenis ini biaya operasinya relatif tinggi apabila digunakan pada kondisi *part load*.



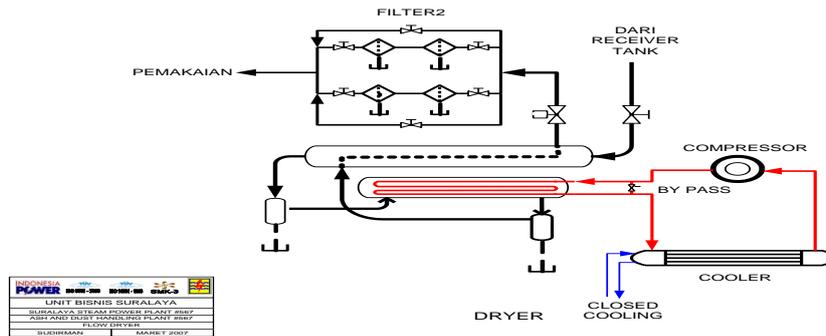
Gambar 2.25 Double Helical Rotary Screw Compressor

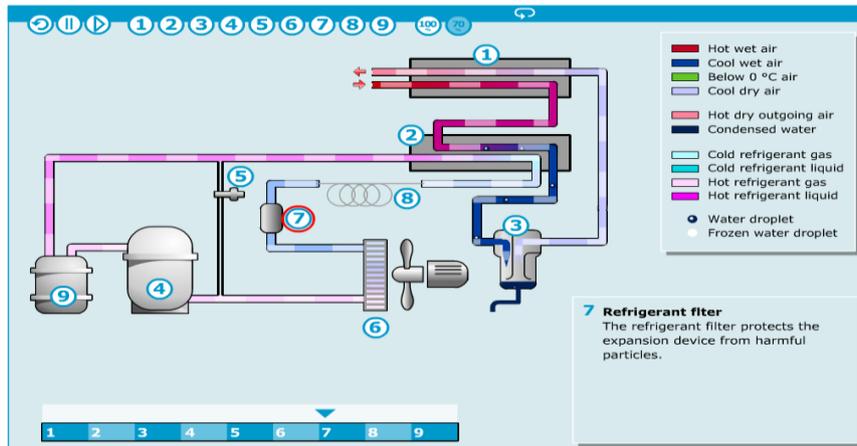
Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015



Gambar 2.26 Flow Diagram Sebuah Compressor SULLAIR

Sumber : Modul Operator Divisi Ash Handling PLTU Suralaya, 2015



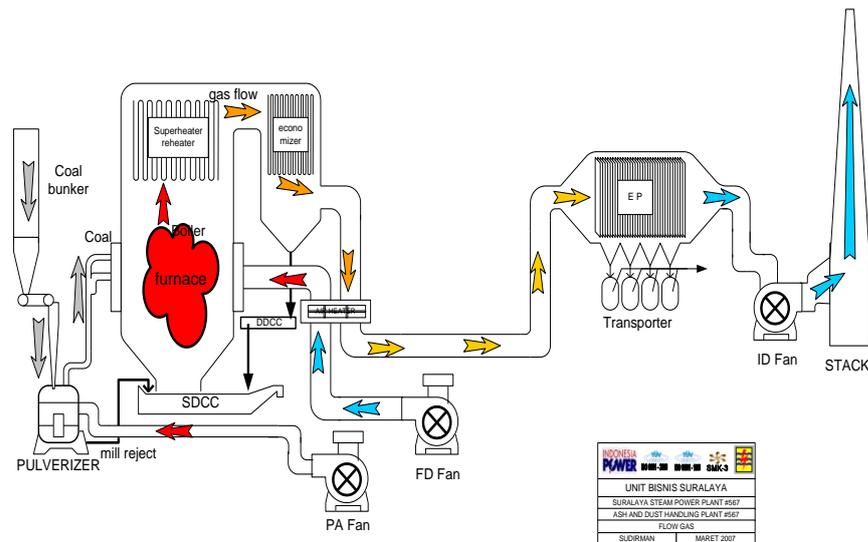


Gambar 2.27 Flow Diagram Dryer

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

## 6. Bottom Ash System

*BottomAsh System* adalah *system Ash Handling Plant* yang khusus menangani/menyalurkan abu sisa pembakaran dari bagian bawah ruang baker. Selain menangani dan menyalurkan abu dari dalam *furnace BottomAsh System* juga menyalurkan abu yang berasal dari Ruang *Economizer* dan *coal reject* dari *Pulverizer*.



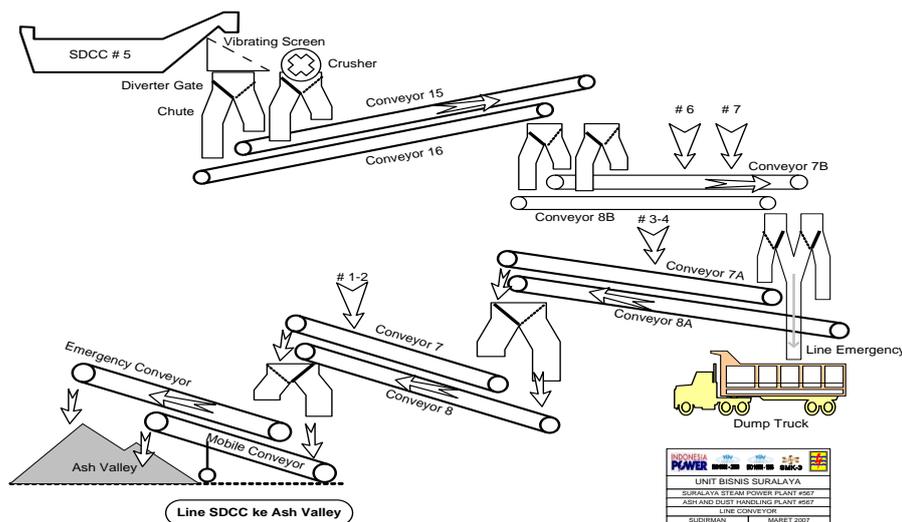
Gambar 2.28 Posisi Bottom Ash Sistem dalam sebuah PLTU

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

### a. SDCC / SSC system

*SDCC / SSC* adalah peralatan yang berfungsi sebagai penampung (bak *SDCC*) dan penyaluran abu sisa pembakaran yang berasal dari dalam ruang bakar, *Boiler Economizer Hopper* dan *coal reject*. *SDCC / SSC* menampung dan menyalurkan / memindahkan abu ke pembuangan terakhir melalui *Vibrating Screen* (penyaring), *Crusher* (penghancur) dan menggunakan alat angkut ban-ban berjalan maupun menggunakan truck jika *system Conveyor* mengalami gangguan. Bak *SDCC / SSC* diisi air yang berasal dari *discharge CWP*, selain berfungsi sebagai pendingin abu yang jatuh dari ruang bakar air dalam bak juga berfungsi sebagai perapat ruang bakar agar udara luar tidak masuk (ruang bakar bertekanan negative). Agar terjaga

level air di bakSDCC, bak SDCC disupply air secara terus menerus dan dilengkapi pompa-pompa yang mensirkulasikan airnya (*Cooling water system*), sehingga level dan temperaturnya tetap terjaga (suhu tidak tinggi).SDCC dilengkapi *service water supply* yang berfungsi sebagai *seal bearing roller* SDCC, chain spray SDCC dan seal bearing Sludge Pump.Abu dari SDCC/SSC diangkut dengan ban berjalan (*Conveyor-conveyor*) setelah melalui *Vibrating Screen* dan *Crusher*.*Vibrating Screen* adalah sebuah alat yang tak terpisahkan dari SDCC dan system, yang berfungsi sebagai penyaring abu bottom ash yang datang dari SDCC yang akan menuju ke *Conveyor*, *Vibrating Screen* memisahkan material-material (abu *Bottom ash*) yang berukuran besar untuk diarahkan ke *Crusher* (penghancur) maupun material-material asing non abu sehingga tidak merusak *Belt Conveyor*.*Crusher* juga sebuah alat yang dapat mempengaruhi lancar tidak nya *system* SDCC, yang berfungsi sebagai penghancur abu yang berukuran besar yang tidak lolos oleh penyaring (*Vibrating Screen*)



Gambar 2.29 Jalur Abu dari SDCC ke Ash Valley

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015



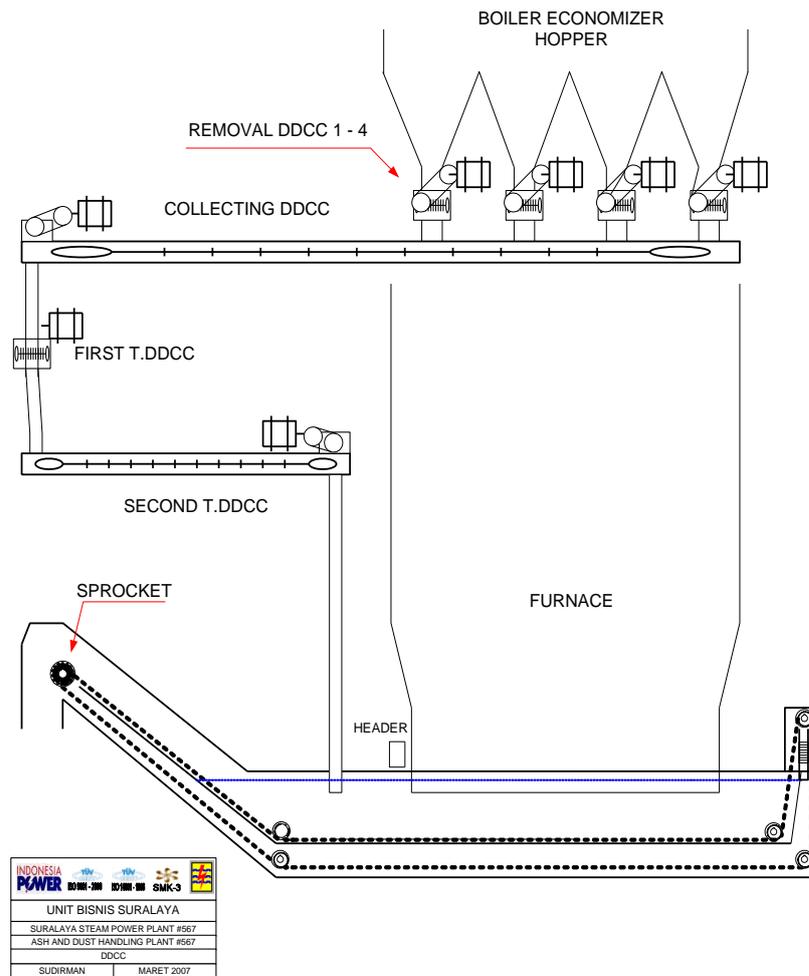
Gambar 2.30 SDCC

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

***b. DDCC System***

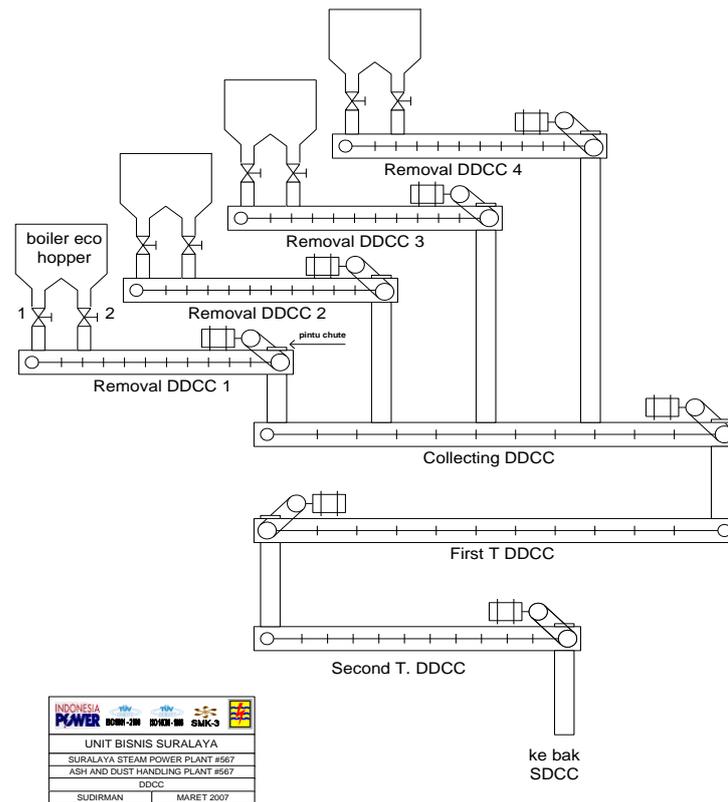
*DDCC (Dry Drag Chain Conveyor)* system adalah bagian dari *Bottom Ash System* yang menyalurkan abu dari ruang *Economizer*. Abu dari ruang *Economizer* disalurkan menggunakan chain-chain bersayap yang saling menyambung (*DDCC*) menuju ke bak SDCC. Untuk mencapai bak SDCC diperlukan beberapa *DDCC* yang saling menyambung satu sama lain mengikuti ruang yang ada dalam rumah Boiler. *DDCC* tersebut :

- 1) *Removal DDCC* : 4 buah
- 2) *Collecting DDCC* : 1 buah
- 3) *First Transfer DDCC* : 1 buah
- 4) *Second Transfer DDCC* : 1 buah



Gambar 2.31 Posisi DDCC System

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015



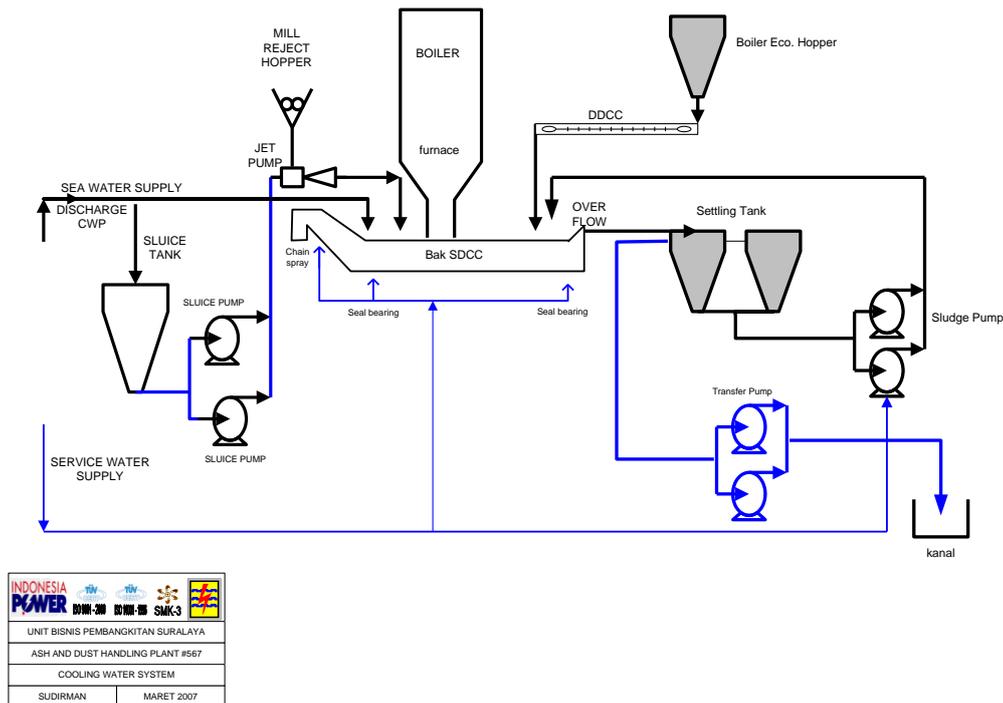
Gambar 2.32 DDCC

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

### c. *Cooling Water system*

*Cooling Water system* adalah bagian dari *Bottom Ash System* yang berfungsi mensirkulasikan dan menjaga level dan temperatur air dalam bak SDCC / SSC. *Bak*

SDCC / SSC *disupply* air laut dari CWP, air dari Bak SDCC / SSC mengalir (*overflow*) ke *Settling Tank*. Air di bagian bawah *Settling Tank* (berlumpur) dihisap oleh *Sludge Pump* dan dialirkan kembali ke bak SDCC / SSC, pada bagian atas *Settling Tank* dihisap oleh *Transfer Pump* dan dibuang ke kanal (bersih). Supply air yang berasal dari CWP juga mensupply bak *Sluice Tank*.

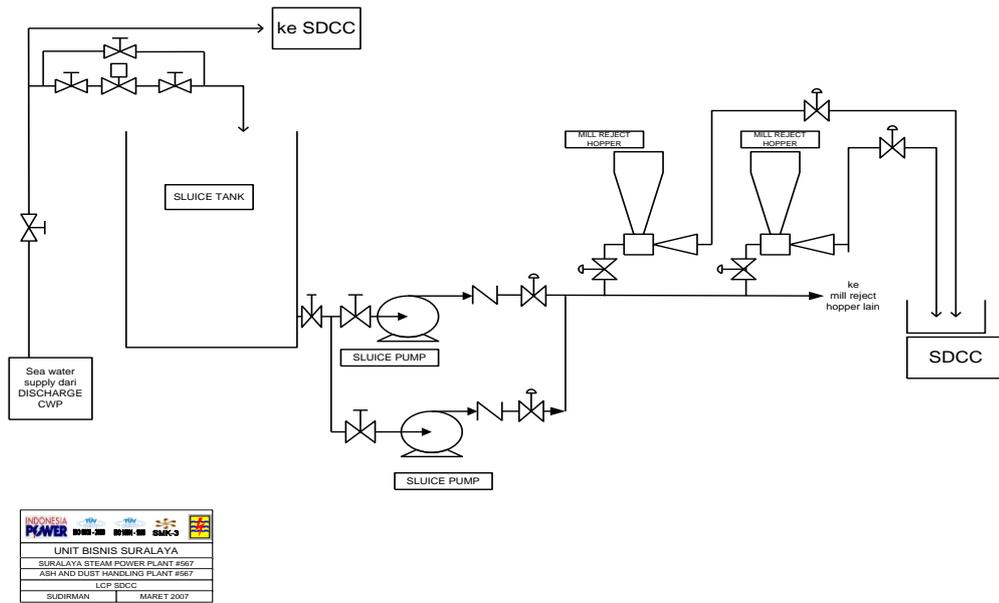


Gambar 2.33 Cooling Water System

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015

#### d. Mill Reject System

*Mill Reject System* bagian dari *systemBottom Ash System* yang berfungsi menyalurkan *coal reject* dari *Pulverizer*. *Coal reject* disalurkan ke bak SDCC dengan bantuan air yang ditekan oleh *Sluice Pump* dengan *system Jet Pump*.



Gambar 2.34 Mill Reject System

Sumber : Modul Operator Divisi *Ash Handling* PLTU Suralaya, 2015