



BUKU II

PEMELIHARAAN BOILER CFB & AUXILIARY

TUJUAN PELAJARAN : Setelah mengikuti pelajaran Pemeliharaan Boiler CFB & Auxiliary peserta diharapkan mampu memahami terminologi (istilah istilah) pemeliharaan Boiler PLTU CFB & dapat melaksanakan pemeliharaan Tube Boiler CFB

DURASI : 8 JP

PENYUSUN : 1. BUDI KURNIANTO
2.



DAFTAR ISI

TUJUAN PELAJARAN.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
TUJUAN PELAJARAN.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
PEMELIHARAAN BOILER & AUXILIARY.....	1
2.1. Definisi & sistem kerja Boiler CFB.....	1
2.1.1 Pengertian CFB.....	2
2.1.2 Konsep Pembakaran Boiler CFB.....	2
2.1.3 Perbandingan Boiler CFB & PC.....	3
2.1.4 Prosedur Umum Firing/Start up Boiler CFB	4
2.1.5 Design & Performance Boiler CFB.....	4
2.1.6 Sistem Utama Boiler CFB.....	5
2.2. Peralatan & Pemeliharaan Boiler CFB.....	7
2.2.1 Fan.....	7
2.2.2 Furnace.....	18
2.2.3 Cyclone & Sealpot.....	27
2.2.4 Coal Feeder.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 Steam Drum	Error! Bookmark not defined.
2.2.6 Line Sorbent.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.7 Backpass.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.8 Ash Screw.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.9 Burner.....	Error! Bookmark not defined.



2.2.10 Soot Blower.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.11 Baghouse.....	Error! Bookmark not defined.4
2.3 Pemeliharaan Tube Boiler CFB.....	Error! Bookmark not defined.6
2.3.1 Definisi Tube Boiler CFB.....	Error! Bookmark not defined.6
2.3.2 Jenis Tube Boiler.....	Error! Bookmark not defined.9
2.3.3 Pemeliharaan Tube Boiler CFB/ Retubing.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR.....	v
2.1 Boiler CFB.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Peralatan Boiler CFB.....	2
2.3 Boiler CFB PLTU Tarahan.....	2
2.4 Centrifugal Fan.....	3
2.5 Axial Fan.....	4
2.6 Jenis-jenis centrifugal Fan.....	5
2.7 Jenis- jenis Axial Fan.....	5
2.8 Primary Air Fan	6
2.9 Secondary air Fan.....	6
2.10 Induced Draft Fan.....	7
2.11 Fluidizing Air Blower.....	9
2.12 Alignment Shaft Motor- Fan.....	9
2.13 Perbaikan Blade Damper.....	24
2.14 Inspeksi Charge damper.....	29
2.15 Inspeksi Impeller F.A Blower.....	33
2.16 Drawing bentangan Furnace	33
2.17 Nozzle terpasang dalam Furnace (kiri) & F.A Nozzle Furnace (kanan).....	34
2.18 Refractory Furnace.....	34
2.19 Anchor.....	36
2.20 Bottom plenum.....	37
2.21 Inspeksi Tube (kiri) & Retubing (kanan).....	37
2.22 Inspeksi tube & refractory wingwall.....	41
2.23 Inspeksi Fluidizing Air Nozzle.....	42



2.24 Perbaikan Refractory Furnace.....	Error! Bookmark not defined.2
2.25 Marking Posisi Hanger Boiler.....	45
2.26 Pengecekan area Bottom plenum.....	Error! Bookmark not defined.0
2.27 Cyclone.....	ke
2.28 Vortex finder.....	4
2.29 Nozzle Sealpot.....	4
2.30 Hot spot pada dinding Cyclone.....	4
2.31 Pengecekan refractory yg rusak(kiri) & Refractory yang telah diperbaiki.....	4
2.32 Pengecekan F.A Nozzle Sealpot & yg sudah diperbaiki.....	4
2.33 Coal Feeder (kiri) & belt conveyor (kanan).....	4
2.34 Boiler Drum.....	4
2.35 Line Sorbent.....	4
2.36 Tubular air Heater.....	4
2.37 Ash Screw.....	4
2.38 Burner.....	4
2.39 Soot Blower.....	4
2.40 Drive motor.....	4
2.41 Carriage Assembly.....	4
2.42 Poppet Valve.....	4
2.43 Feed Tube.....	4
2.44 Lance Tube.....	4
2.45 Nozzle.....	4
2.46 Proses pelurusan Lance Tube.....	4
2.47 Baghouse.....	4
2.48 Penggantian Bagfilter Baghouse.....	4
2.49 Tube Boiler.....	4
2.50 Jenis Tube boiler CFB.....	4
2.51 Tube wal (kiri) & penampang tube wall (kanan).....	4
2.52 Drawing Evaporator Panel (kiri) & evaporator,sh panel (kanan).....	4
2.53 Super heater panel.....	4
2.54 Inspeksi Tube (kiri) & Retubing (kanan).....	4

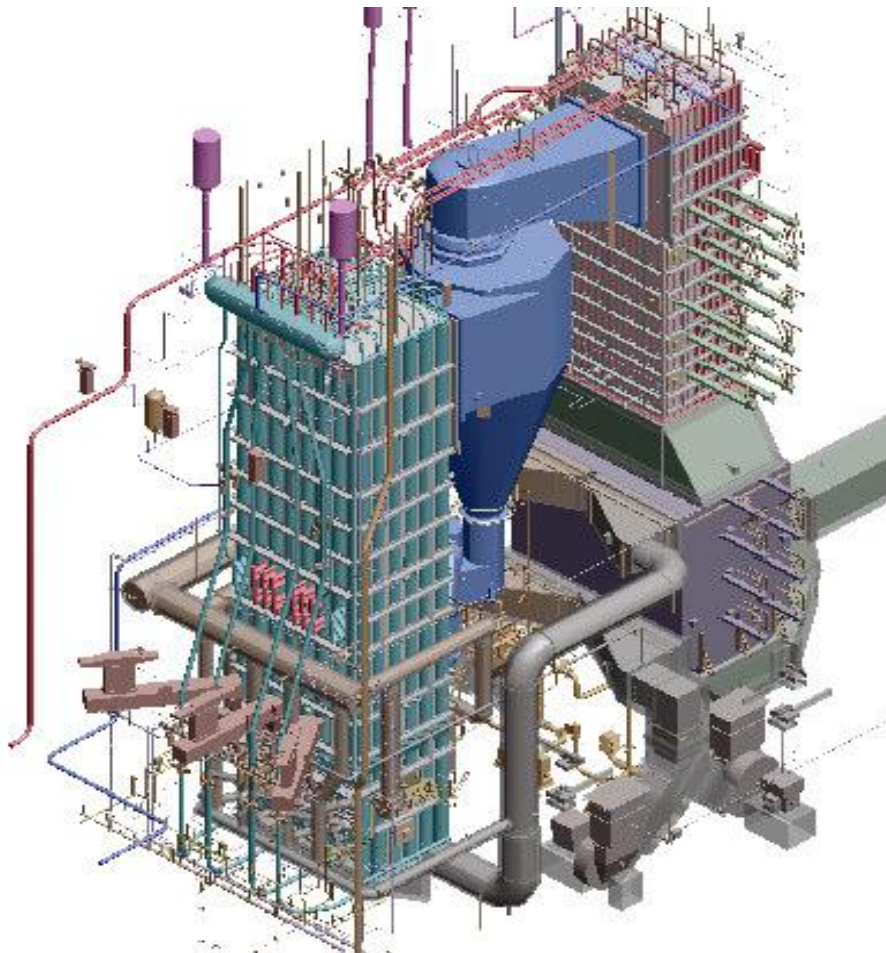


2.55 Inspeksi Tube & Refractory wingwall.....	4
2.56 Thickness tube boiler.....	4



2.1 DEFINISI & SISTEM KERJA BOILER CFB

Konsep dasar dari Boiler CFB adalah boiler stoker (unggun fluidisasi) dimana batu bara dibakar diatas rantai berjalan (Belt Conveyor) dan diberi hembusan udara dari sisi bawah sehingga batu bara membara diatas rantai berjalan tersebut. Setelah dilakukan repowering dan redesigning maka didapatkanlah jenis boiler dengan tipe CFB. Berikut ini akan dibahas secara singkat pengertian, bagian-bagian boiler, konsep pembakaran, Perbandingan boiler CFB dan Pulverized Coal, Prosedur umum operasi, Proses pembakaran, kontrol pembakaran, dll.



Gambar 2.1 Boiler CFB



2.1.1 Pengertian CFB.

- CIRCULATING : Terjadinya sirkulasi batubara yang belum habis terbakar dari FURNACE ke CYCLONE kemudian masuk ke SEAL POT dan kembali ke FURNACE.
- FLUIDIZED : Penghembusan udara primer untuk menjaga material bed dan batubara tetap melayang didalam Furnace.
- BED : Material berupa partikel-partikel kecil (pasir kuarsa, bottom ash) yang digunakan sebagai media awal transfer panas dari pembakaran HSD ke pembakaran Batubara (± 100 ton).

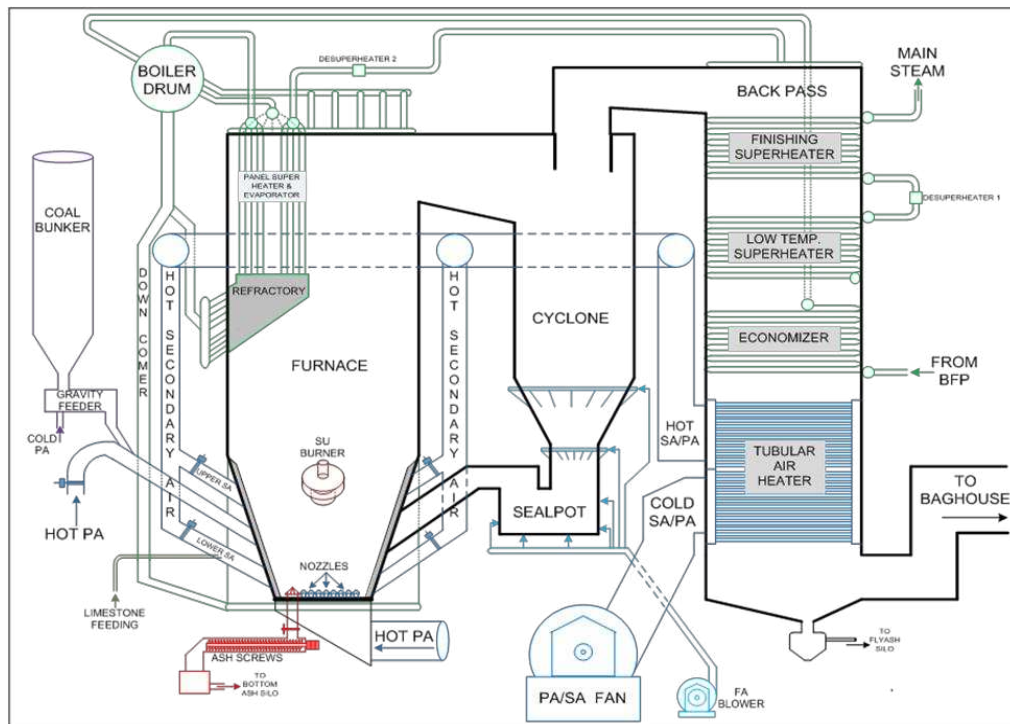
Pada boiler type CFB terdapat 3 bagian utama yaitu:

1. **FURNACE** yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pembakaran bahan bakar. Komponen yang terdapat di Furnace: Wall tube, Panel Evaporator, Panel Superheater, Anti Abrasion Beam, Refractory, F.A Nozzle, Bottom Plenum
2. **CYCLONE** yang berfungsi untuk memisahkan batubara yang belum terbakar dengan abu (ash) sisa pembakaran dan mengembalikannya ke Furnace. Komponen utama Cyclone: Cyclone, SealPot, F.A Nozzle Sealpot, Vortex Finder, Refractory, Return Solid.
3. **BACKPASS** yang berfungsi sebagai ruang pemanfaatan kalor yang terdapat dalam flue gas. Komponen utama di Backpass: Finishing Superheater, Low Temperature Superheater, Economizer, Soot Blower dan Tubular Air Heater.

2.1.2 Konsep Pembakaran Boiler CFB

Konsep pembakaran dari boiler CFB ini adalah:

- a. CFB Boiler mampu membakar dengan tingkat emisi yang rendah (SO_x dan NO_x yang sangat rendah).
- b. Coal dibakar pada bagian 'bed of hot material' yang mengambang dan sirkulasi dalam furnace karena kecepatan udara yang tinggi sehingga menyebabkan fluidisasi pada bed material.
- c. Bed inventory terdiri dari coal fuel, sorbent, inert sand, dan reinjected coal dari cyclone.



Gambar 2.2 Peralatan Utama Boiler CFB

2.1.3 Perbandingan Boiler CFB dengan Boiler PC

Teknologi Boiler tipe CFB ini mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan jenis boiler Pulverized Coal yang kita kenal selama ini. Berikut adalah beberapa perbandingan antara Boiler Tipe CFB dan Boiler PC (Pulverized Coal).

NO	BOILER CFB	BOILER PC
1.	Temperatur pembakaran di Furnace rendah ($\pm 800^{\circ}\text{C}$)	Temperatur Pembakaran di Furnace tinggi ($> 1000^{\circ}\text{C}$)
2.	Kadar SO_x dan NO_x yang rendah karena menggunakan Limestone	Kadar SO_x dan NO_x tinggi karena tidak menggunakan Limestone.
3.	Ukuran batu bara yang masuk ke Furnace ($\pm 6\text{ mm}$)	Ukuran batubara yang masuk ke furnace dalam bentuk serbuk halus.
4.	Dapat menggunakan batubara dengan nilai kalor yang rendah. (4000 – 5000 kkal/kg)	Menggunakan batubara dengan nilai kalor yang tinggi.



5.	Menggunakan Panel Evaporator dan Panel Superheater didalam Furnace untuk pemanfaatan radiasi panas dari Pembakaran.	Tidak menggunakan Panel Evaporator dan Panel Superheater.
6.	Penggunaan StartUp Burner <i>tidak</i> tergantung dari beban (MW) tetapi temperatur Furnace.	Penggunaan StartUp Burner tergantung beban.

2.1.4 Prosedur Umum Firing/ Start Up pada Boiler CFB

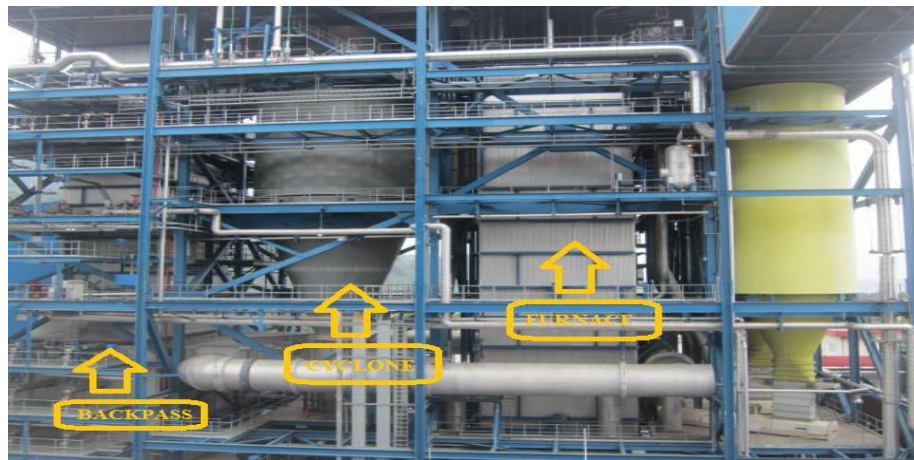
Seperti jenis boiler lainnya, pertama-tama dilakukan Purging selama 5 menit untuk membersihkan ruang bakar dari gas-gas yang berpotensi menimbulkan ledakan pada saat burner dinyalakan. Setelah purging selesai 2 burner (sisi berseberangan) dinyalakan. Kenaikan temperature furnace di jaga tidak lebih dari 95 °C per jam untuk menjaga material dari thermal stress dan menjaga refractory agar tidak retak. Setelah temperature Furnace 530 °C Batubara dimasukkan melalui 3 coal feeder pada minimum flow rate (6 Ton/jam) / coal feeder sambil kedua burner masih menyala. Setelah temperature furnace mencapai 660 °C kedua burner dimatikan satu persatu. Selanjutnya pembakaran dilakukan dengan batubara. Selama boiler beroperasi tidak diperlukan support burner karena dapat menyebabkan material bed meleleh. Burner hanya digunakan pada saat proses start up sampai temperature yang diizinkan diatas.

2.1.5 Design Performance Boiler CFB PLTU Tarahan Unit 3 & 4

PARAMETER	UNITS	VALUE
Load		100% rating
Fuel		Coal (±4900 kkal/kg)
Main Steam Flow	Ton/Hr	351.09
Feed Water Temperatur	°C	235
Superheater Outlet Temp.	°C	541

Superheater Outlet Press.	Kg/cm ² g	135
Gas Temp. Leaving Air Heater	°C	124
Air temperature Leaving Air Heater, PA/SA	°C	233 / 227
Fuel Fired	Ton / Hr	48.15
Limestone Flow	Ton / Hr	0.925
Efficiency	%	87.95
Excess Air Leaving Economizer	%	20

2.1.6 Sistem Utama Boiler CFB



Gb.2.3 Boiler CFB PLTU Tarahan

1. Sistem Air Pengisi & Uap Utama

BFP – Economizer- Boiler Drum – Down Comer - Tube Wall- Boiler Drum – Panel Super heater – Finishing Super Heater – Main Steam

2. Sistem Udara Pembakaran

Primary Air Fan – Cold P.A – Tubular Air Heater – Hot P.A – Fluidizing Air Nozzle (via Plenum) - Furnace



Secondary Air Fan – Cold S.A – Tubular Air Heater – Hot S.A – S.A Nozzle Upper & lower - Furnace

3. Sistem Fluidizing Air

Fluidizing Air Blower - Sealpot

4. Sistem Bahan Bakar

Batubara – Coal Bunker – Gravimetric Coal Feeder – Furnace

HSD – HSD Pump – Burner – Furnace

5. System Pembakaran / Gas Buang / Ash

Flue Gas : Furnace – Cyclone – Backpass – Baghouse – ID Fan - Stack

Bottom Ash : Furnace – Cyclone – Sealpot – Furnace – Ash Screw – Bottom Ash Silo

Fly Ash : Furnace – Cyclone – Backpass – Baghouse – Ash Veyor (AV) - Fly Ash Silo

6. Sistem Limestone

Limestone Silo – Furnace



2.2 PERALATAN & PEMELIHARAAN BOILER CFB

2.2.1 Fan

Pengertian Fan

Fan atau kipas berfungsi untuk mengalirkan udara atau gas yang kompresibel dengan tekanan rendah (kurang dari 2 bar) bagi beberapa keperluan. Fan kadang disebut juga sebagai blower untuk menghembuskan (meniupkan). Fan dapat juga digunakan untuk menghisap udara atau gas.

Fans, blower dan kompresor dibedakan oleh metode yang digunakan untuk menggerakkan udara, dan oleh tekanan terhadap sistem operasinya. Sesuai American Society of Mechanical Engineers (ASME) rasio tertentu - rasio tekanan discharge atas tekanan hisap - digunakan untuk mendefinisikan fans, blower dan kompresor.

TABEL 1.1 PERBEDAAN ANTARA FAN, BLOWER, DAN KOMPRESSOR		
EQUIPMENT	SPECIFIC RATIO	PRESSURE RISE (mmWg)
Fans	Up to 1.11	1136
Blowers	1.11 to 1.20	1136-2066
Compressors	More than 1.20	-

Jenis-jenis Fan

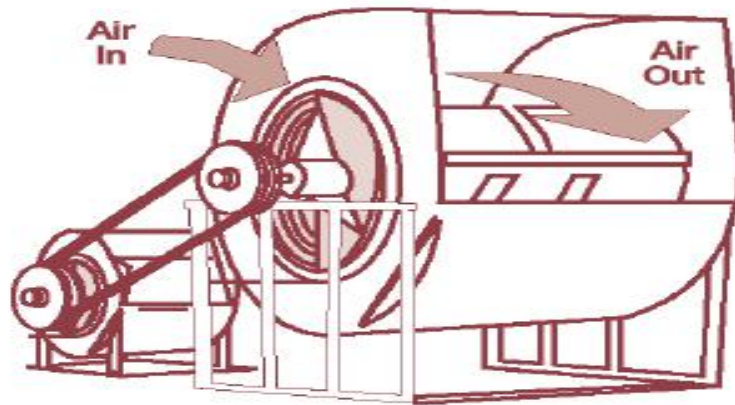
Fan dan blower diseleksi tergantung pada tingkat aliran volume, tekanan, jenis material, keterbatasan ruang, dan efisiensi. Efisiensi Fan berbedaridesain untuk merancang dan jenis fan. Range efisiensi fan dapat dilihat pada table



TABEL 1.2 FANS EFFICIENCY	
TYPE OF FAN	PEAK EFFICIENCY RANGE
CENTRIFUGAL OF FAN	
Airfoil, backward curved/inclined	79-83
Modified radial	72-79
Radial	69-75
Pressure blower	58-68
Forward curved	60-65
AXIAL FAN	
Vane axial	78-85
Tube axial	67-72
Propeller	45-50

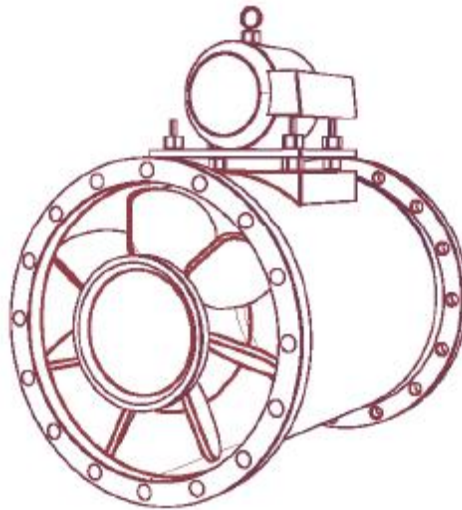
Fans dibagi menjadi dua yaitu

centrifugal fan : aliran udara mengalami perubahan pada saat masuk dan keluar (mengalami perbedaan arah radial).



Gambar 2.4 Sentrifugal Fan

axial fan : Pada axial fan aliran udara tidak mengalami perubahan baik pada saat masuk maupun keluar.



Gambar 2.5 Axial Fan

2.2.2 Centrifugal Fan

Secara umum centrifugal fan dibagi menjadi :

- Radial flow

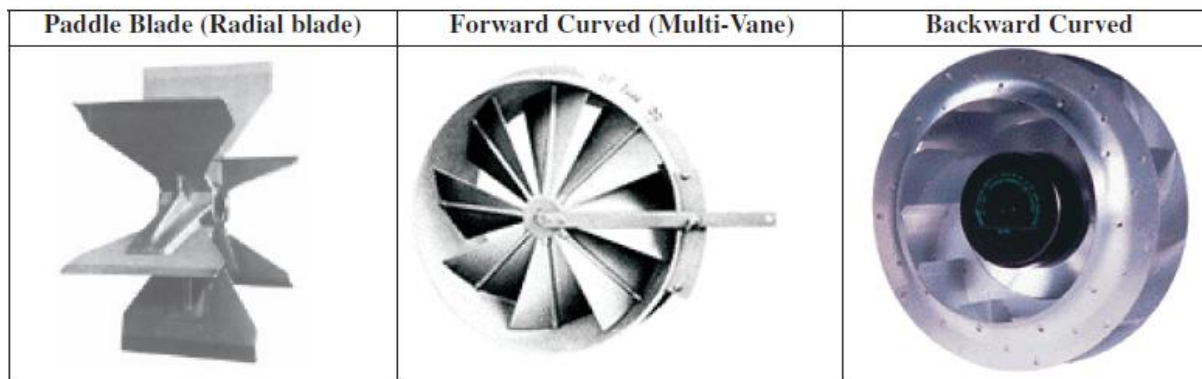
Radial flow digunakan untuk pemakaian kebutuhan udara yang tinggi karena tekanan tinggi mereka statis (upto 1400 mm WC) dan kemampuan untuk menangani airstreams terkontaminasi berat. Karena desain yang sederhana, fan radial sangat cocok untuk suhu tinggi dan kecepatan ujung blade menengah.

- Forward curved

Forward curved digunakan pada lingkungan bersih dan beroperasi pada suhu yang lebih rendah. Forward curved sangat cocok untuk kecepatan rendah, paling cocok untuk memindahkan volume besar udara dengan tekanan yang relatif rendah.

- Backward curved

Backward curved lebih efisien daripada fan forward curved. Penggemar Backward curved mencapai konsumsi daya puncak mereka dan kemudian permintaan listrik menurun, bisa digunakan berbagai aliran udara. Backward curved fan dikenal sebagai "non-overloading" karena perubahan tekanan statis tidak membebani motor.



Gambar 2.6 Jenis-jenis centrifugal fan

Axial Fan

Salah satu variasi desain fan bersaluran (duct) yang beroperasi dengan rentang tekanan antara 5 hingga 25 mbar. Tekanan operasi dapat dinaikkan dengan kombinasi desain impeller dan pengaturan sirip pengarah (guide vane). Guide vane biasanya diletakkan setelah impeller. Guide vane berfungsi untuk memanfaatkan kembali energi putar dan mengubahnya menjadi kerja yang bermanfaat, sehingga meningkatkan efisiensi. Vane Axial Fan dapat dipasang paralel untuk meningkatkan aliran, atau dipasang berderet (series) untuk meningkatkan tekanan.

Secara umum axial fan dibagi menjadi :

Tube axial fan :

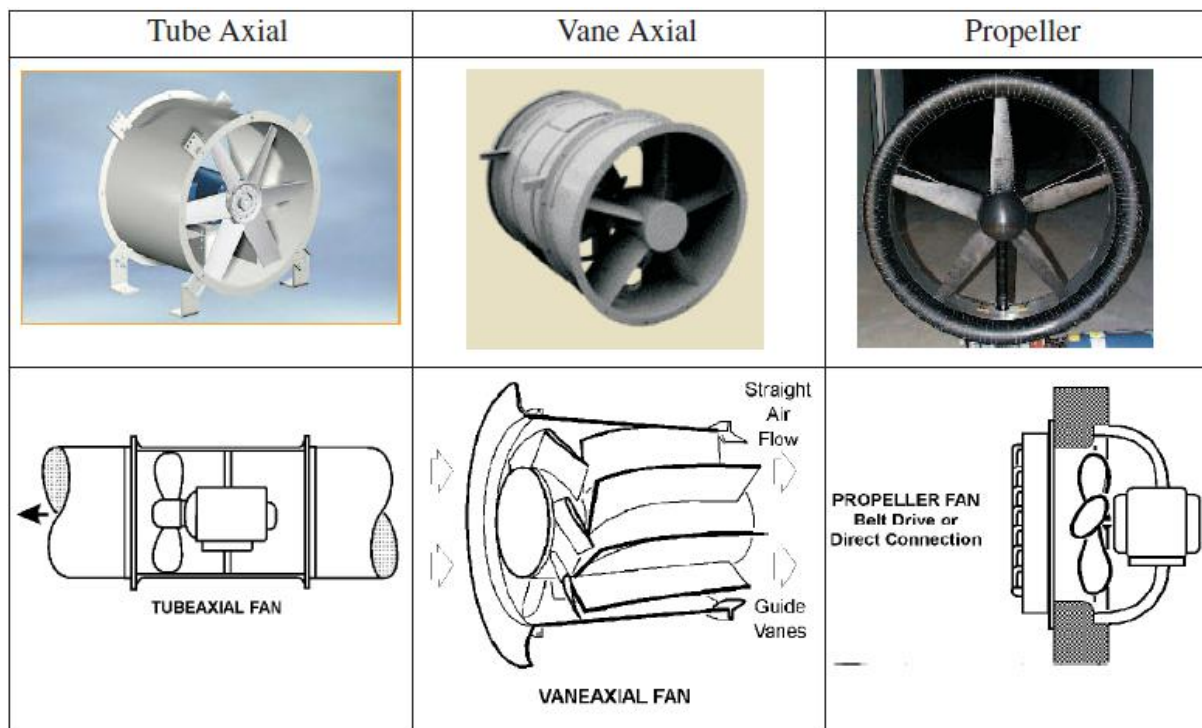
Tubeaxial fan memiliki roda di dalam silinder housing, dengan clearance kecil antara blade dan housing untuk meningkatkan efisiensi aliran udara. Wheel berputar cepat daripada fan propeller, memungkinkan operasi di bawah tekanan tinggi 250-400 mm WC. Efisiensi fan hingga 65%.

Vaneaxial fan :

Vaneaxial mempunyai baling-baling yang meningkatkan efisiensi dengan mengarahkan dan meluruskan aliran. Akibatnya, mereka memiliki tekanan statis yang lebih tinggi dengan lebih sedikit ketergantungan pada aliran tekanan statis. Fan tersebut digunakan umumnya untuk tekanan sampai 500 mmWC. Vaneaxials merupakan fan hemat energi yang tersedia dan harus digunakan bila memungkinkan.

Propeller fan :

Propeller fan biasanya dioperasikan pada kecepatan rendah dan suhu tinggi. Mereka mengalami perubahan besar dalam aliran udara dengan perubahan kecil dalam tekanan statis. Propeller fan menangani volume besar dari udara pada tekanan rendah. Propeller fan sering digunakan di dalam ruangan sebagai exhaust fan. Aplikasi luar ruangan termasuk kondensor berpendingin udara dan menara pendingin. Efisiensi rendah sekitar 50% atau kurang.



Gambar 2.7 Jenis-jenis Axial Fan



TABEL 2.3 JENIS FANS, CHARATERISTIC, DAN APLICATIONS

Centrifugal Fans			Axial-flow Fans		
Type	Characteristics	Typical Applications	Type	Characteristics	Typical Applications
Radial	High pressure, medium flow, efficiency close to tube-axial fans, power increases continuously	Various industrial applications, suitable for dust laden, moist air/gases	Propeller	Low pressure, high flow, low efficiency, peak efficiency close to point of free air delivery (zero static pressure)	Air-circulation, ventilation, exhaust
Forward-curved blades	Medium pressure, high flow, dip in pressure curve, efficiency higher than radial fans, power rises continuously	Low pressure HVAC, packaged units, suitable for clean and dust laden air / gases	Tube-axial	Medium pressure, high flow, higher efficiency than propeller type, dip in pressure-flow curve before peak pressure point.	HVAC, drying ovens, exhaust systems
Backward curved blades	High pressure, high flow, high efficiency, power reduces as flow increases beyond point of highest efficiency	HVAC, various industrial applications forced draft fans, etc.	Vane-axial	High pressure, medium flow, dip in pressure-flow curve, use of guide vanes improves efficiencyexhausts	High pressure applications including HVAC systems,
Airfoil type	Same as backward curved type, highest efficiency	Same as backward curved, but for clean air applications			

Sistem Kerja Fan

Sistem fan terdiri dari fan-fan dan sistem salurannya (ducts). Rancang bangun suatu sistem saluran fan akan mempengaruhi bagaimana fan bekerja; bagaimana fan dipilih juga akan mempengaruhi bagaimana sistem salurannya berfungsi. Fan dapat bekerja pada semau bentuk saluran yang berbeda-beda, mulai dari tanpa saluran sama sekali, saluran yang pendek dan sederhana ataupun saluran panjang yang rumit dan fan dapat juga bekerja dapa sistem saluran yang bisa ditutup (yang bertujuan untuk mendapatkan/mempertahankan tekanan). Semakin panjang dan semakin rumit sistem saluran, maka akan semakin besar pula tahanan (hambatan) alirannya.

Fan & Blower pada Boiler CFB

a. Primary Air Fan

Udara pembakaran disuplai dari dua *primary air fan*, dimana udara primary ini terbagi menjadi dua aliran udara yaitu aliran udara yang tidak melewati *turbular air heater (cold air primary)* dan aliran udara yang melewati *turbular air primary (hot air primary)*. Fungsinya sebagai pemasok udara pembakaran yang utama.

Type : centrifugal



Gambar.2.8 Primary Air Fan

b. Secondary Air Fan

Fungsi dari SA Fan adalah sebagai pemasok udara pembakaran di dalam *furnace* & sebagai udara sealing, Aliran udara SA Fan ini masuk ke dalam ruang bakar melalui damper-damper yang jumlahnya 12 damper. Selain itu udara SA Fan juga digunakan untuk star-up *burners* dengan menggunakan HSD.

Type : Centrifugal



Gambar 2.9 Secondary Air Fan

c. Induced Draft Fan

Induced Draft Fan digunakan untuk mengisap gas-gas hasil pembakaran dari Furnace dan mendorong gas-gas pembakaran tersebut menuju ke stack yang dibuang ke atmosfer. Type : Centrifugal



Gb.2.10 Induced Draft Fan

d. Fluidizing Air Blower

Fluidizing air blower ini berfungsi untuk membuat aliran udara yang berputar (*turbulen*) yang tujuannya untuk melindungi dinding *cyclone* pada bagian expansion bellow, agar batubara yang belum habis terbakar dan pasir yang jatuh tidak mengenai atau menempel pada bagian expansion bellow pada dinding *cyclone*.

Type : *centrifugal blower*



Gb.2.11 Fluidizing Air Blower

Pemeliharaan Fan Boiler CFB

Pemeliharaan Rutin/ Harian pada saat Fan operasi

- Periksa Kondisi Level Oli Bearing, jika kurang tambahkan oli Bearing
- Periksa Kondisi Level Oli Backstop, jika kurang tambahkan oli Backstop
- Periksa Kondisi Regulasi damper inlet sisi luar, jika ada kelainan segera perbaiki
- Periksa Kondisi Regulasi & bearing regulasi sisi outlet, perbaiki jika rusak
- Periksa kekencangan Baut : Baut manhole, Baut regulasi, baut bearing, kencangkan jika kendur
- Periksa jika ada kelainan suara
- Periksa jika ada kebocoran oli ataupun air pendingin, segera tanggulangsi jika terjadi kebocoran
- Cleaning area Fan dari ceceran oli, debu, Fly ash, batubara ataupun kotoran

Pemeliharaan Preventive saat Fan Stop

- Bongkar dan periksa journal bearing fan.
- Realignment.



Gambar 2.12 Alignment Shaft motor-Fan

- Bersihkan dan periksa kondisi fan blade, impeller, defuser, casing, shaft & shaft seal



Gambar 2.13 Perbaikan Blade damper (vane)

- Periksa dan adjust : variabel inlet damper & discharge damper.



Gambar 2.14 Inspeksi discharge damper

- Periksa & Lumasi Bearing Regulasi & Rod End Linkage, lakukan penggantian jika rusak
- Ganti oil bearing, oil backstop dan stasioner seal.
- Periksa saluran udara secara visual sebelum dan sesudah fan dari adanya keretakan, kerusakan & perubahan bentuk.
- Perbaiki / ganti part bila terdapat kerusakan.
- Lakukan pembersihan pada casing.

Pemeliharaan Fluidizing Air Blower

Pemeliharaan Rutin/ Harian saat Blower operasi

- Periksa Kondisi Level Oli Bearing, jika kurang tambahkan oli Bearing
- Periksa kekencangan Baut : Baut pondasi, Baut blower kencangkan jika kendur
- Cleaning area Blower dari ceceran oli, debu, Fly ash, batubara ataupun kotoran
- Periksa jika ada kelainan suara
- Periksa jika ada kebocoran oli ataupun air pendingin, segera tanggulangi jika terjadi kebocoran
- Cleaning area Fan dari ceceran oli, debu, Fly ash, batubara ataupun kotoran

Pemeliharaan Preventive saat stop

- Bongkar dan periksa secara visual bagian-bagian : impeller, shaft & shaft seal, casing dan diffuser, check valve & manual valve.

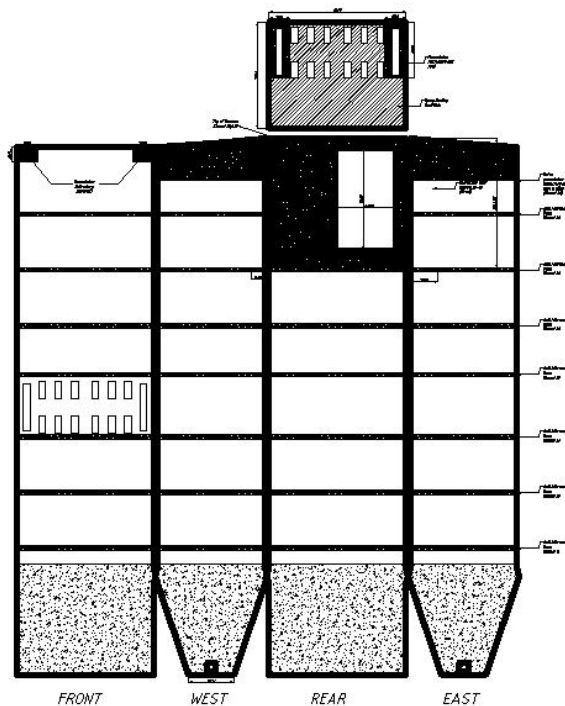


Gambar 2.15 Inspeksi impeller F.A Blower

- Lakukan penggantian oli bearing
- Lakukan Realignment
- Bersihkan / ganti Filter udara.
- Periksa secara visual saluran udara sebelum dan sesudah blower dari adanya keretakan/kerusakan.
- Lakukan pembersihan dan pengecatan pada casing.

2.2.2 Furnace

Furnace merupakan ruang yang digunakan untuk pembakaran bahan bakar. Didalam Furnace juga terdapat nozzle yang berfungsi untuk menghembuskan udara Primer dari PA Fan. Disekeliling furnace adalah pipa-pipa (tube) air ketel yang menempel pada dinding Furnace yang akan menerima panas dari pembakaran yang terjadi didalam Furnace.



Gb.2.16 Drawing Bentangan Furnace (kiri) & Foto Furnace dari bawah (kanan)

Bagian – Bagian Furnace

a. Tube wall

Wall tube merupakan susunan pipa-pipa yang berada pada sisi dinding sepanjang furnace.

b. Fluidizing Air Nozzles

F.A Nozzle adalah Peralatan Boiler yang ada di dalam Furnace yang berfungsi menghembuskan udara primer dari P.A Fan



Gambar 2.17 Nozzle terpasang dalam Furnace (kiri) & F,A Nozzle Furnace (kanan)

F.A Nozzle Furnace terdiri dari 3 rangkaian yaitu :

- Nozzle Cap
- inner Tube
- Long Tube

Spesifikasi F.A Nozzle Furnace

Flow rate	: 300115 m ³ /s
Jumlah	: 496 buah
Flow Rate per nozzle	: 0,17 m ³ /s
Diameter inert	: 22,4 mm
Jumlah lubang out	: 8
Luas inlet	: 2734 mm ²
Luas out	: 3152,7 mm ²
Kecepatan masuk	: 61,5 m/s



Kecepatan keluar	: 53,3 m/s
Kecepatan keluar rata-rata	: 44,5 m/s
Pressure drop	: 6300 Pa
Material	: A297HK
Berat	: 11,7 Kg

c. Evaporator Panel

merupakan susunan pipa-pipa yang berada pada *furnace* dengan posisi menggantung, fungsinya hamper sama dengan Tube Wall yaitu mengubah air menjadi uap

d. Super Heater Panel

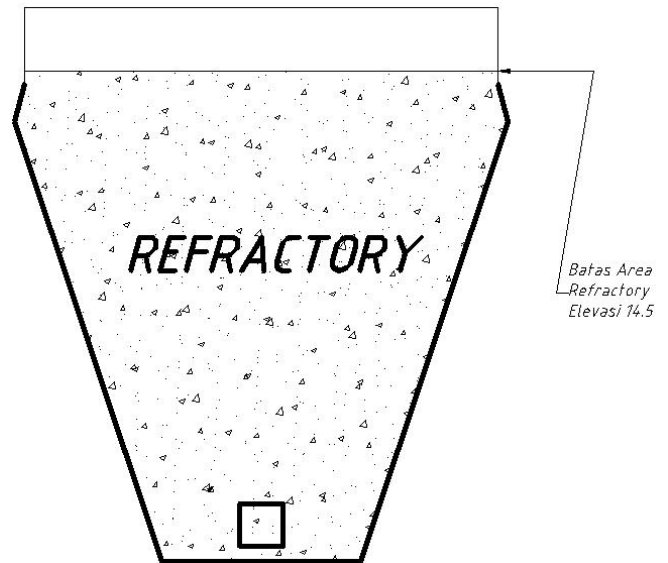
Superheater adalah suatu rangkaian pipa di dalam *furnace* dengan posisi menggantung seperti evaporator panel yang digunakan untuk memanaskan lanjut uap *saturated* (uap jenuh) sampai dihasilkan uap yang benar - benar kering (*steam super heat*).

e. Refractory

Refractory adalah Material Tahan panas/ tahan api, Bahan utama penyusun Refractory adalah mirip dengan keramik yaitu unsur-unsur tanah yang dimurnikan. Unsur utama refractory biasanya adalah Alumina atau Al_2O_3 dan silika atau SiO_2 . Bahan atau material refraktori adalah suatu jenis material yg punya daya mampu menahan suhu panas amat tinggi tanpa kehilangan sifat ketahanannya (contohnya: tidak akan lembek/ cair).

Material refraktori punya sifat2 mekanis dan elektris yg unik. Umumnya bersifat sebagai thermal insulator. Pembuatannya ada beberapa cara, yaitu seperti proses pembuatan batu bata. Adukan material dimasukkan ke cetakan, atau seperti membuat puding, cairan dituang ke cetakan lalu dibiarkan dingin, lalu dibakar pada suhu sekitar 1250 Deg Celcius hingga mengeras. Untuk refractory yang berupa cement, biasanya dipakai untuk menambal atau menambah ketebalan refractory

tersebut, material langsung dipakai di bagian yang ingin disekat. setiap pemasangan refractory membutuhkan Angkur (*Anchor*) sebagai pondasi penguat untuk mengikat refractory tersebut.



Gambar 2.18 Refractory Furnace

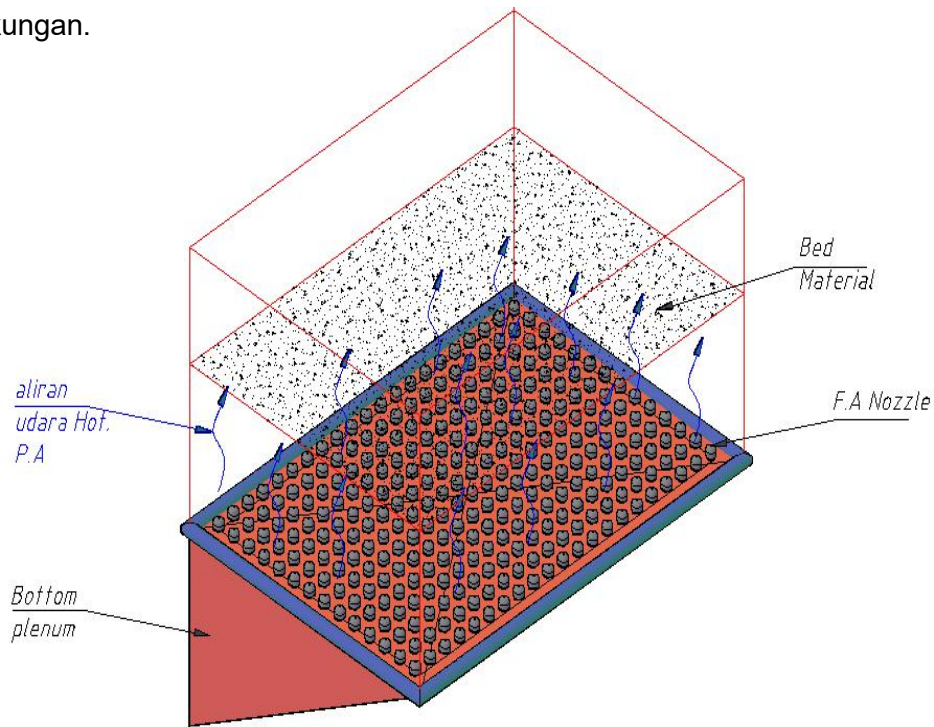
Angkur adalah pendukung atau penguat refraktori berbentuk kawat logam untuk mendukung beban berat refraktori pada suhu tinggi ataupun kondisi operasi unit , angkur biasanya memiliki penampang berbentuk lingkaran ataupun persegi, pemasangan angkur dilakukan dengan pengelasan pada media/ plat yang akan dipasang refraktori berbagai bentuk angkur bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.19 Anchor

f. Bottom Plenum

Bottom plenum adalah sebuah ruangan/tempat yang terletak di bawah furnace yang berfungsi sebagai tampungan *Hot Primary Air* sebelum mengalir/ memfluidisasikan bed material dalam Furnace lewat F.A Nozzle (Fluidizing Air Nozzle). Bed material yang digunakan merupakan campuran material pembakaran yang terdapat dalam furnace, antara lain Batubara, Pasir silika& Limestone(kapur). Batubara berfungsi sebagai bahan bakar dalam boiler, Pasir silika (inner bed) merupakan media pemanfaatan panas dalam furnace, sedangkan Limestone berfungsi untuk mengikat kandungan Sox (karbon) agar ramah lingkungan.



Gambar 2.20 Bottom Plenum

Pemeliharaan area Furnace

1. Pemeliharaan Rutin area Furnace

- Pembersihan/ cleaning area Furnace dari debu, batubara dan kotoran lainnya
- Identifikasi kelainan suara pada saat Boiler beroperasi
- Identifikasi kebocoran udara/ bahan bakar pada saat unit beroperasi

2. Pemeliharaan Furnace saat unit stop/ outage

a. Wall Tube

- Pemeriksaan tubes terhadap korosi, penumpukan deposit, retak dan berlubang
- Lakukan pengukuran tube thickness pada critical area secara sampling ataupun menyeluruh ganti tubewall (retubing) jika ketebalan tube < 3.6 mm
- Lakukan Weld Overlay jika terdapat kerusakan pada area kecil ($< \pm 50$ cm²)
- Pemeriksaan Anchor yang mengikat pada Tube, jika anchor lepas segera lakukan weld overlay & penambahan Anchor baru pada fin plate
- Mapping thickness walltube



Gb.2.21 Inspeksi Tube (kiri) & Retubing (kanan)

b. Wing wall (Superheater Panel & Evaporator Panel)

- Pemeriksaan tubes terhadap korosi, penumpukan deposit, retak dan berlubang
- Lakukan pengukuran tube thickness pada critical area secara sampling ataupun menyeluruh ganti tubewall jika ketebalan tube evaporator panel < 3.6 mm & ketebalan tube SH Panel < 3.2 mm
- Pemeriksaan Refractory, ganti & perbaiki jika terjadi kerusakan
- Lakukan Weld Overlay jika terdapat kerusakan pada area tube luasan kecil ($< \pm 50$ cm²)

- 5) Pemeriksaan Anchor yang mengikat pada Tube, jika anchor lepas segera lakukan weld overlay & penambahan Anchor baru pada fin plate



Gambar 2.22 Inspeksi Tube & Refractory Wingwall (Evaporator panel)

c. Fluidizing Air Nozzles Furnace

- 1) Pemeriksaan nozzle
- 2) Penggantian Nozzle yang rusak / abrasive
- 3) Pengurasan pasir (inert bed)
- 4) Pemeriksaan penyumbatan pada hole F.A Nozzle
- 5) Mapping Nozzle yang akan & telah diganti



Gambar 2.23 Inspeksi Fluidizing Air Nozzle

d. Refractory

- 1) Pemeriksaan.
- 2) Periksa, perbaiki/ ganti bila terdapat kerusakan.
- 3) Mapping Refractory yang akan & telah diganti



Gambar 2.24 Perbaikan Refractory Furnace

e. Tube Header

- 1) Pemeriksaan visual
- 2) Periksa, perbaiki/ ganti bila terdapat kerusakan.

f. Spring Hanger Boiler

- 1) Pemeriksaan visual
- 2) Marking posisi hanger saat Unit Stop & berbeban
- 3) Periksa kemiringan Boiler



Gambar 2.25 Marking posisi hanger boiler sebelum & sesudah berbeban

g. Bottom Plenum

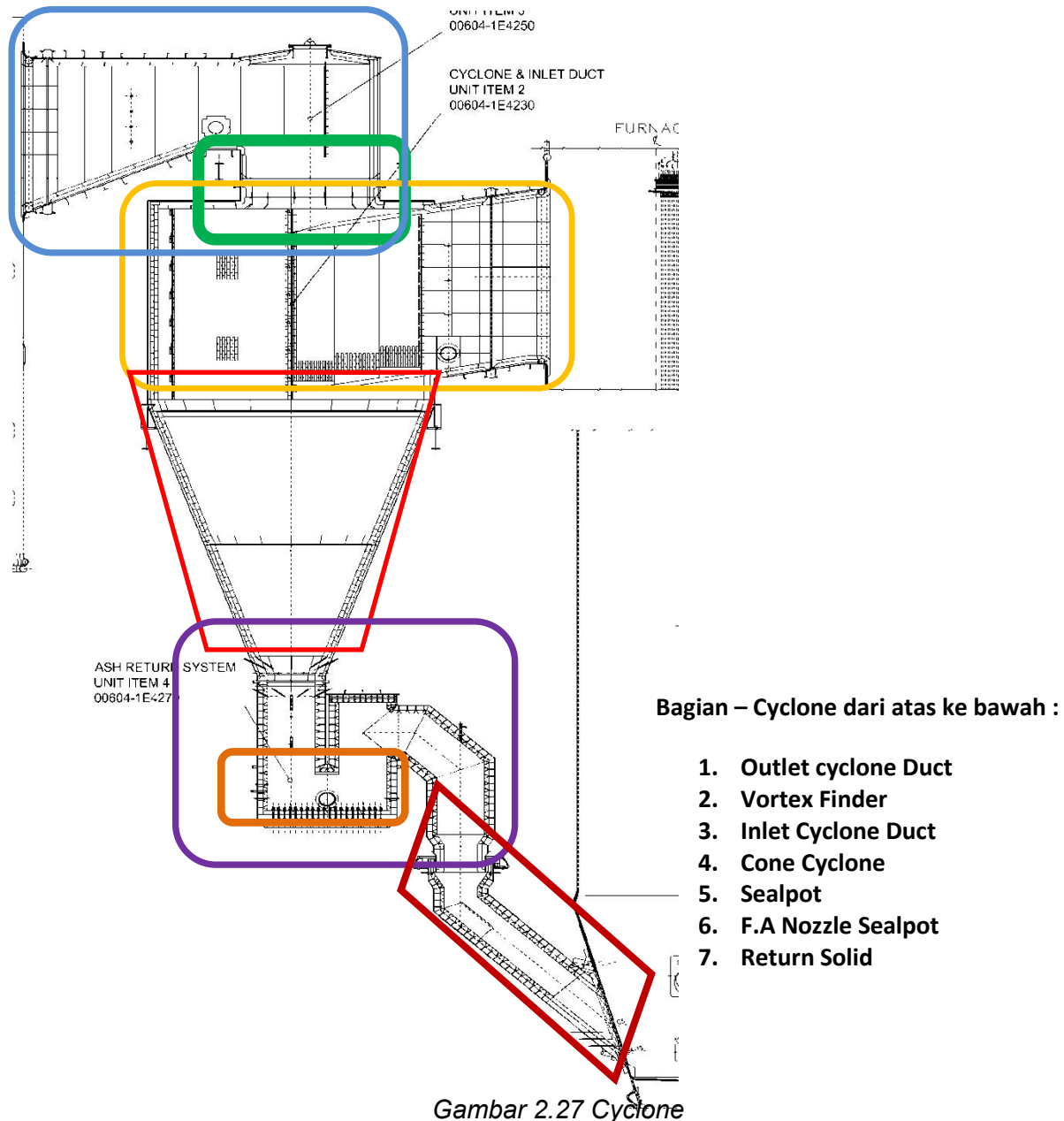
- 1) Pemeriksaan Plate casing, perbaiki jika terjadi kebocoran
- 2) Pemeriksaan Expansion joint Fabric dari kerusakan
- 3) Pembersihan / Cleaning Expansion Joint Fabric
- 4) Pemeriksaan Expansion Joint metal Ash screw to Furnace
- 5) Pemeriksaan / Thickness Tube Area Plenum
- 6) Pemeriksaan Tube Header
- 7) Pemeriksaan joint pengelasan semua Tube & Header



Gambar 2.26 Pengecekan area bottom plenum

2.2.3 Cyclone & Sealpot

Cyclone adalah ruang pemisah antara flue gas dan batubara yang belum habis terbakar berdasarkan berat jenis, batubara akan jatuh menuju sealpot yang akan dimasukkan lagi ke dalam Furnace. Sedangkan flue gas akan dihisap oleh ID Fan melalui Vortex Vendor yang akan menuju ke Bag Pass, yang akan dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan uap yang keluar dari Furnace.





TEMPERATUR OUTLET TO BACKPASS : 888,3 °C

TEMPERATUR : 846,1 °C

TEKANAN : -0,9 kPa

Sebagian besar material Cyclone - Sealpot terdiri dari Plat & Refractory, Hal ini dimaksudkan karena Cyclone & Sealpot berfungsi sebagai tempat mengalirnya Flue Gas/ Gas Buang, Bagian-bagian Cyclone & Sealpot :

a. Outlet Cyclone

Berfungsi sebagai tempat aliran Flue gas halus menuju Backpass

Material : Refractory Brick

b. Vortex Finder

Berfungsi sebagai Plat pemisah antara Flue Gas dengan Bed Material : Flue Gas / partikel halus menuju Outlet Cyclone & Bed Material/material besar menuju Furnace karena gaya sentrifugal

Material : Plat RA 253 MA



Gambar 2.28 Vortex finder

c. Inlet Cyclone Duct

Berfungsi sebagai tempat aliran bed material+flue gas sebelum menuju ke Vortex finder ataupun Outlet Cyclone

Material : Refractory castable

Max. Service Temperature (deg C) : 1600

Bulk Density (gr/cm cubic) after firing 1100 deg C : 2,25



Thermal Expansion at 1000 deg C	: 0,48
Thermal Conductivity (Tm : 1100 deg C)	: 1,45
Chemical composition (%)	
AL ₂ O ₃	: 64,4
Si O ₂	: 5,6
Fe ₂ O ₃	: 3,2
Water Addition on site	: 11 - 14
Net Weight per bag (kg)	: 25

d. Cone Cyclone

Berfungsi sebagai tempat mengalirnya Bed material yang bergerak berputar oleh gaya sentrifugal & menuju ke Sealpot

Material : Refractory Brick

e. Sealpot

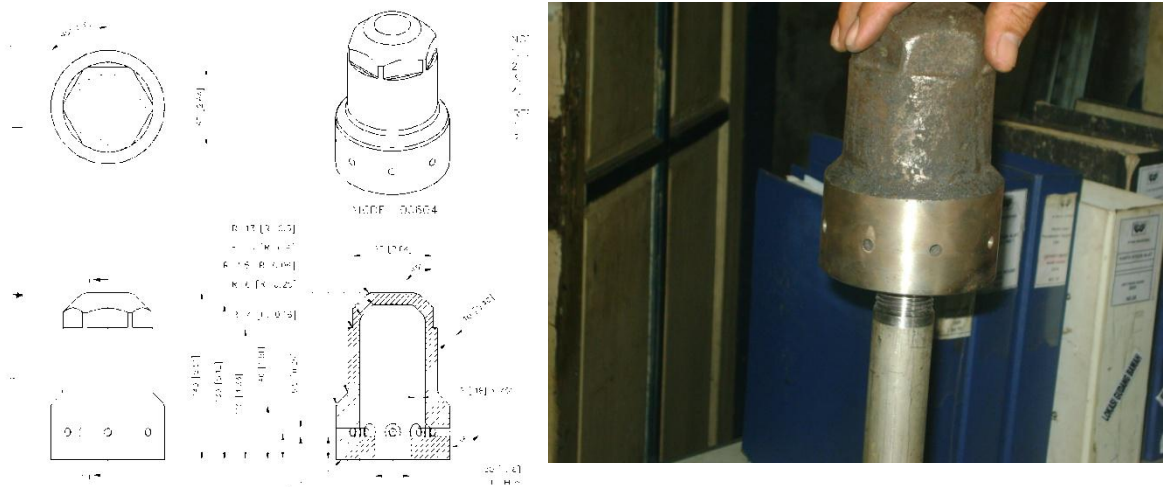
Digunakan sebagai penghambat laju aliran batubara yang belum habis terbakar sebelum masuk ke furnace. Tempat untuk menampung batubara yang belum habis terbakar yang keluar bersama dengan flue gas dan batubara tersebut nantinya akan dimasukkan lagi kedalam ruang bakar (furnace) untuk pembakaran lebih sempurna. Batubara tersebut didorong oleh udara yang berasal dari FA Blower melalui nozzle yang ada didalam sealpot.

Material : Refractory Castable

Max. Service Temperature (deg C)	1600
Bulk Density (gr/cm cubic) after firing 1100 deg C	2,25
Thermal Expansion at 1000 deg C	0,48
Thermal Conductivity (Tm : 1100 deg C)	1,45
Chemical composition (%)	
AL ₂ O ₃	64,4
Si O ₂	5,6
Fe ₂ O ₃	3,2
Water Addition on site	11 - 14
Net Weight per bag (kg)	25

f. F.A Nozzle Sealpot

Berfungsi menghembuskan udara fluidizing dari f.a blower



Gambar 2.29 Nozzle Sealpot

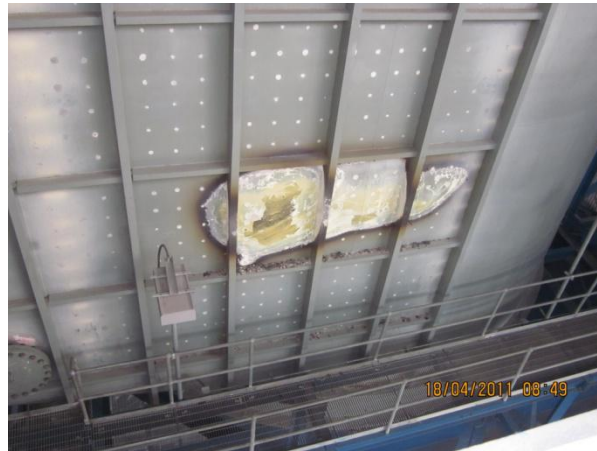
SPESIFIKASI Nozzle Sealpot

Jumlah	: 144 buah
Diameter inert	: 19 mm
Jumlah lubang out	: 8
Diameter lubang out	: 6,5 mm
Material	: A-297 HK
Berat	: 5,1 Kg

Pemeliharaan Cyclone & Sealpot

Pemeliharaan Rutin

- Pengecekan dinding plat cyclone & sealpot dari hotspot
- Cleaning area cyclone & sealpot dari debu, bed material & batubara
- Pengecekan kelainan suara area cyclone & sealpot
- Pengecekan kebocoran expansion joint
- Pengecekan body cyclone & sealpot dari kebocoran



Gambar 2.30 Hot Spot pada dinding cyclone

Pemeliharaan Cyclone & Sealpot pada saat unit stop/ outage

- a. Pemeriksaan kondisi Refractory, jika rusak diperbaiki/ diganti



Gambar 2.31 Pengecekan refractory yg rusak(kiri) & Refractory yang telah diperbaiki

- b. Pemeriksaan Plat Body, jika terjadi crack atau rusak segera diperbaiki
- c. Pemeriksaan F.A Nozzle sealpot, jika rusak dilakukan penggantian



Gambar 2.32 Pengecekan F.A Nozzle Sealpot & yg sudah diperbaiki

- d. Mapping F.A Nozzle Sealpot yang akan & telah diganti
- e. Pemeriksaan Ekspansi Joint Fabric
- f. Pemeriksaan Vortex finder
- g. Pemeriksaan line fluidizing, pastikan tidak tersumbat

g. Return Solid

Berfungsi sebagai tempat aliran / line bedmaterial dari sealpot menuju Furnace

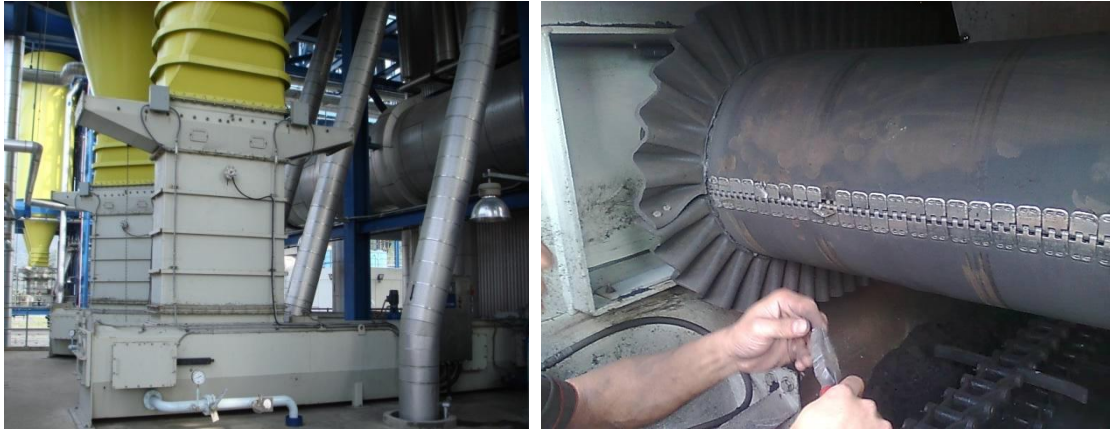
Material : Refractory Castable

2.2.4 Coal Feeder

Coal feeder memiliki fungsi penting yaitu untuk memberikan pasokan batubara secara kontinyu serta mengatur laju aliran batubara untuk *boiler*. Untuk beban 100 MW Flow batubara total yang dialirkan 50 ton/ jam dengan masing-masing coal feeder 16-17 ton/ jam.

KOMPONEN Coal Feeder

- Chain Scraper
- Belt Conveyor
- Roll Idler
- Gearbox
- Pulley Belt
- Bearing



Gambar 2.33 Coal Feeder (kiri) & belt conveyer (kanan)

Pemeliharaan Coal Feeder

- a. Periksa dan Perbaiki bila terdapat kerusakan pada : Liner, Gate bunker, chain, belt conveyor dan Belt scrapper.
- b. Lumasi bearing dan bagian yang berputar.
- c. Pemeriksaan Gear box dan ganti pelumas.
- d. Lakukan test running belt conveyor tanpa batubara untuk mengetahui kelurusan belt
- e. Cleaning Batubara

2.2.5 Steam Drum

bejana bertekanan yang fungsi utamanya adalah untuk memisahkan fasa uap dan fasa air, juga berfungsi sebagai penyedia air.

SPESIFIKASI AIR

- pH : 9,1-9,8
- Spec. conductivity : < 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Silica : < 0,300 mg/l
- Pressure : 122,7 kgcm^2g
- Temperatur : 322,7 $^{\circ}\text{C}$



Gambar 2.34 Boiler Drum

Pemeliharaan Boiler Drum

- a. Periksa bagian dalam dari steam drum terhadap kemungkinan : terdapat carry over, terdapat kerak, terdapat korosi
- b. Bongkar/periksa innerpartnya (Baffle, steam separator, dsb)
- c. Periksa kemungkinan terjadi keretakan pada sambungan blow down, water colom, gauge glas, trasmmitter dan sekeliling drum
- d. Periksa dan bersihkan drum sight glass.
- e. Perbaiki /ganti bila terdapat kerusakan
- f. Penggantian Packing Manhole setiap kali dibuka

2.2.6 Line Sorbent

Berfungsi sebagai line penyuplai kapur/sorbent/ Limestone menuju ke Furnace



Gambar 2.35 Line sorbent

Pemeliharaan Line Sorbent, Secondary Air Bellows, Damper

- Periksa line sorbent dari abrasive, perbaiki jika rusak
- Pemeriksaan blade damper dari kecacatan, bengkok ataupun abrasif
- Pemeriksaan expansion joint bellows (metal expansion joint), tambal dengan prolong jika terdapat lubang kebocoran kecil, jika lubang terlalu besar dilakukan penggantian
- Pemeriksaan bearing regulasi, jika rusak segera lakukan penggantian
- Pelumasan Bearing Regulasi Damper S.A
- Lakukan Penyetelan Open & Close Damper

2.2.7 BackPass

Back Pass adalah ruang untuk memanfaatkan kalor dari flue gas , paling atas digunakan untuk pemanasan uap lanjut sehingga dihasilkan uap yang sangat panas yang akan digunakan untuk memutar turbin, bagian tengah digunaknakan untuk memanfaatkan pemanasan air (Economizer) dan paling bawah, flue gas digunakan untuk memanfaatkan udara pembakaran sebelum masuk Furnace:



a. Super Heater (Finishing & Intermediate Super Heater)

Intermedite superheater

Terletak dibagian kedua Back Pass dibawah Finishing Superheater. Uap basah (uap jenuh) yang telah melalui panel superheater selanjutnya masuk ke intermedite superheater untuk mengalami pemanasan lanjut hingga didapat uap kering.

Finishing Superheater

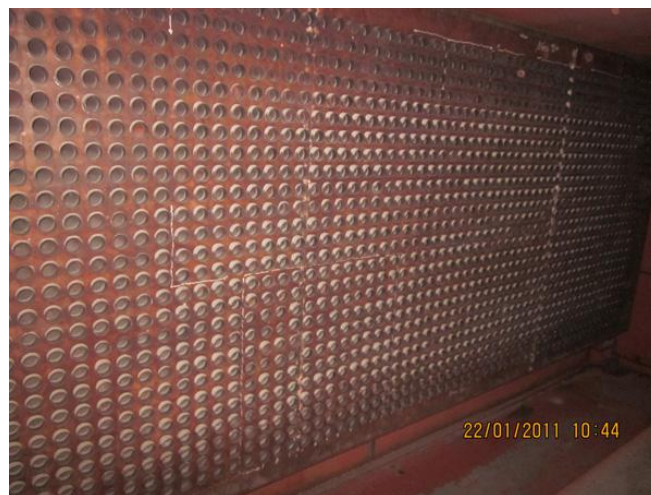
Setelah melalui intermedite superheater kemudian dilanjutkan menuju finishing superheater yang terletak dibagian atas Back Pass dimana temperatur dari flue gas masih sangat tinggi yang akan dimanfaatkan untuk memanaskan uap kering.

b. Economizer

Merupakan pemanasan awal air sebelum masuk ke steam drum, media pemanas yang digunakan adalah flue gas sisa pembakaran dari pembakaran bahan bakar dalam furnace.

c. Tubular Air Heater

Air heater berfungsi sebagai pemanas udara primary dan secondary dari PA Fan dan SA Fan. Air heater terdiri dari pipa-pipa yang didalamnya mengalir gas buang (flue gas) dari pembakaran bahan bakar, sedangkan di sela-sela pipa dialirkan udara hembusan dari PA dan SA Fan. Udara hembusan sebelum melalui air heater mempunyai temperatur yang sama dengan temperatur udara luar.



Gambar 2.36 Tubular air Heater

Keuntungan dari pemakaian air heater adalah pembuatan uap lebih cepat sebab temperatur ruang bakar meningkat serta terjadi pemanfaatan kalor gas buang.

Pemeliharaan Backpass

- a. Pembersihan kerak dan defosit abu pada tube-tube finishing super heater, economizer, air heater
- b. Pemeriksaan kemungkinan terjadi erosi, korosi, plugging, retak pada tube-tube dan header LTSH & HTSH
- c. Pemeriksaan semua erosion shields dan perbaiki bila terjadi kerusakan
- d. Pemeriksaan sisi luar backpass casing plate terhadap kebocoran
- e. Pemeriksaan kondisi isolasi casing
- f. Pemeriksaan Thickness Tube Economizer & hanger Economizer
- g. Bersihkan hopper air heater dari deposit abu

2.2.8 Ash Screw

Ash Srew Cooler adalah pendingin abu berat (Bottom ash) yang berasal dari furnace. Air pendingin masuk ke dalam sebuah bantalan jacket pada dinding abgian dalam dari Ash Screw Cooler, sedangkan Bottom Ash akan diputar pada sebuah ulir (Screw) agar dapat bergerak maju. Putaran dari ulir tersebut tidak boleh terlalu cepat agar bottom ash dapat didinginkan dengan baik.



Gambar 2.37 Ash Screw

Pemeliharaan Ash Screw

- a. Pemeriksaan Bearing Ash Screw, lakukan penggantian jika rusak
- b. Pemeriksaan Baut Manhole, lakukan penggantian jika ulir rusak
- c. Periksa system air pendingin Ash Screw & jacket water
- d. Periksa Screw dari kebocoran, korosi, crack ataupun bengkok
- e. Periksa & lakukan pengetesan open-close Gate Valve
- f. Pelumasan Gearbox Ash Screw
- g. Periksa gland packing & Ring Kuningan pada Shaft Ash screw dari kemungkinan abrasive oleh bottom ash

2.2.9 Burner

Burner digunakan pada saat pemanasan awal, setelah mencapai temperatur tertentu, kemudian batubara dimasukkan ke dalam ruang bakar (furnace) dan Burner dimatikan.



Gambar 2.38 Burner

Pemeliharaan Burner

- a. Periksa kondisi Burner impeller, pipa protektor dan impeller gun.
- b. Periksa dan bersihkan fleksible house, DO valve, automizing & scavenging valve
- c. Pemeriksaan kondisi burner tip.
- d. Perbaiki dan ganti bila terdapat kerusakan

2.2.10 Soot Blower

Soot blower berfungsi untuk menyembrotkan uap ke dalam Backpass sehingga membersihkan heat recovery area antara lain economizer, superheater, dan air heater saat unit beroperasi. Soot Blower bekerja secara otomatis. Uap yang digunakan adalah uap kering yang berasal superheater finishing. Steam Temperatur : 465 °C ,Pressure : 20 Bar



Gambar 2.39 Soot Blower

Pada dasarnya prinsip dari soot blower adalah untuk membersihkan permukaan daerah yang terkena panas dari berbagai macam sebab baik dari high pressure udara atau uap yang terjadi di lokasi tersebut.

Suatu bentuk spiral (helix) dengan ukuran 105 mm digunakan pada lance tube soot blower. Ketika soot blower mundur (revers) terdapat lance pengarah sebagai lintasan yang memungkinkan dapat bergerak ke belakang dan ke depan.

Komponen Utama Soot Blower

a. Drive Motor

Drive motor berfungsi untuk menggerakkan rangkaian transmisi roda gigi yang berada pada carriage, sehingga dapat berputar. Dengan berputarnya roda gigi-roda gigi tersebut merubah gerakan putarnya ke gerakan maju atau mundur carriage secara keseluruhan oleh gear rack, dan menempel secara langsung pada carriage.



Gambar 2.40 Drive motor

b. Carriage Assembly

Dalam hal ini carriage dirakit untuk digunakan sebagai pemandu atau pembawa dari lance tube soot blower sehingga dapat bergerak masuk dan keluar Air Heater, Economizer, Superheater. Drive motor berada satu set dengan transmisi roda gigi, dimana pada gear box utama terjadi penurunan putaran motor.



Gambar 2.41 Carriage Assembly

c. Poppet Valve

Poppet valve pengoperasiannya dilakukan dengan proses mekanik. Poppet valve berada paling belakang dari soot blower. Poppet valve digunakan untuk menutup dan membuka aliran uap yang akan digunakan untuk proses blowing, dan pada valve ini mempunyai suatu pengendali kontrol tekanan yang dapat di setel. Proses membuka dan menutupnya sendiri dikontrol otomatis dari pergerakan blower carriage. Ada suatu engkol yang dihubungkan secara mekanik dengan tuas ke poppet valve yang merespon ke posisi buka dan tutup dari valve tersebut oleh Bergeraknya maju atau mundurnya carriage. Pergerakan

engkol dari poppet valve sendiri dilakukan oleh sebuah trip pin yang berada pada carriage.



Gambar 2.42 Poppet Valve

d. Limit Switch

Limit Switch adalah alat yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutus rangkaian yang digerakan oleh suatu batasan (limit) mekanik. Untuk membatasi gerak Soot Blower pada saat masuk dan keluar dari Air Heater, Economizer, Superheater

e. Feed Tube

Feed tube adalah suatu bahan baja tahan karat yang digunakan untuk mensupply blowing medium kepada lance tube.



Gambar 2.43 Feed Tube

f. Lance Tube

Lance tube dibuat dari jenis baja yang berbeda tergantung dimana penempatan soot blower tersebut akan ditempatkan. Disana lebih dari satu jenis lance tube yang ditempatkan dan ini sangat penting untuk penempatan yang terbaik sehingga akan sesuai dengan lokasi dan kondisi ditempat tersebut.



Gambar 2.44 Lance Tube

g. Nozzle

Lance tube mempunyai blok nozzle yang tertutup yang diputar dengan pembukaan yang diposisikan tegak. Ukuran dan nomor dari pembukaan ditentukan oleh blowing medium. Jumlah aliran (flow) dan tekanan ditentukan oleh kebutuhan dari masing-masing lokasi soot blower. Nozzle dibuat dari pabrikan dengan keadaan seimbang sehingga dapat memastikan daya dorong dari nozzle akan mampu mengimbangi pancaran fluida yang keluar.



Gambar 2.45 Nozzle

Pemeliharaan Soot Blower

- a. Periksa soot blower dan perlengkapannya.
- b. Periksa dan lakukan lapping valve
- c. Periksa dan ganti packing.
- d. Periksa dan bersihkan nozzle.
- e. Bersihkan dan lumasi chain.
- f. Periksa, bersihkan dan lumasi feed tube dan ball bearing.
- g. Perbaiki/ganti bagian yang rusak.
- h. Lakukan test-test gerakan berputar/maju-mundur tanpa menggunakan fluida
- i. Periksa kelurusan Lance Tube soot blower



Gambar 2.46 Proses Pelurusan Lance Tube Soot Blower

2.2.11 Baghouse

Bag House adalah suatu unit peralatan yang berfungsi untuk penyaring fly ash/bottom ash yang keluar dari furnace yang akan di buang melalui Chimney vertikal. Keuntungan penggunaan Bag House adalah gas buang akan menjadi lebih bersih karena menggunakan system penyaringan Bagfilter berbahan PPS sehingga tidak mencemari udara lingkungan, serta dapat mengurangi keausan pada casing ID Fan akibat gesekan abu.

TEMPERATUR INLET MAXIMUM : 140 °C

TEMPERATUR INLET RATA-RATA : 140 °C

TEMPERATUR INLET MINIMUM : 138 °C

TEMPERATUR OUTLET : 128 °C



Gb.2.47 Baghouse

Pemeliharaan Baghouse

- Bersihkan dan periksa bagian dalam baghouse dari deposit abu.
- Periksa dinding dan saluran flue gas terhadap keretakan kerusakan dan perubahan bentuk.
- Periksa dan bersihkan semua Bag filter & Frame, ganti bila ada kerusakan
- Perbaiki / ganti bila terdapat kerusakan.
- Periksa valve - valve hopper.
- Lumasi bagian - bagian yang bergerak & berputar.
- Lakukan test buka tutup damper inlet & outlet
- Penggantian v-belt pada sealing fan, tiap 6 bulan



Gambar 2.48 Penggantian Bagfilter Baghouse

2.3 Pemeliharaan TUBE BOILER CFB

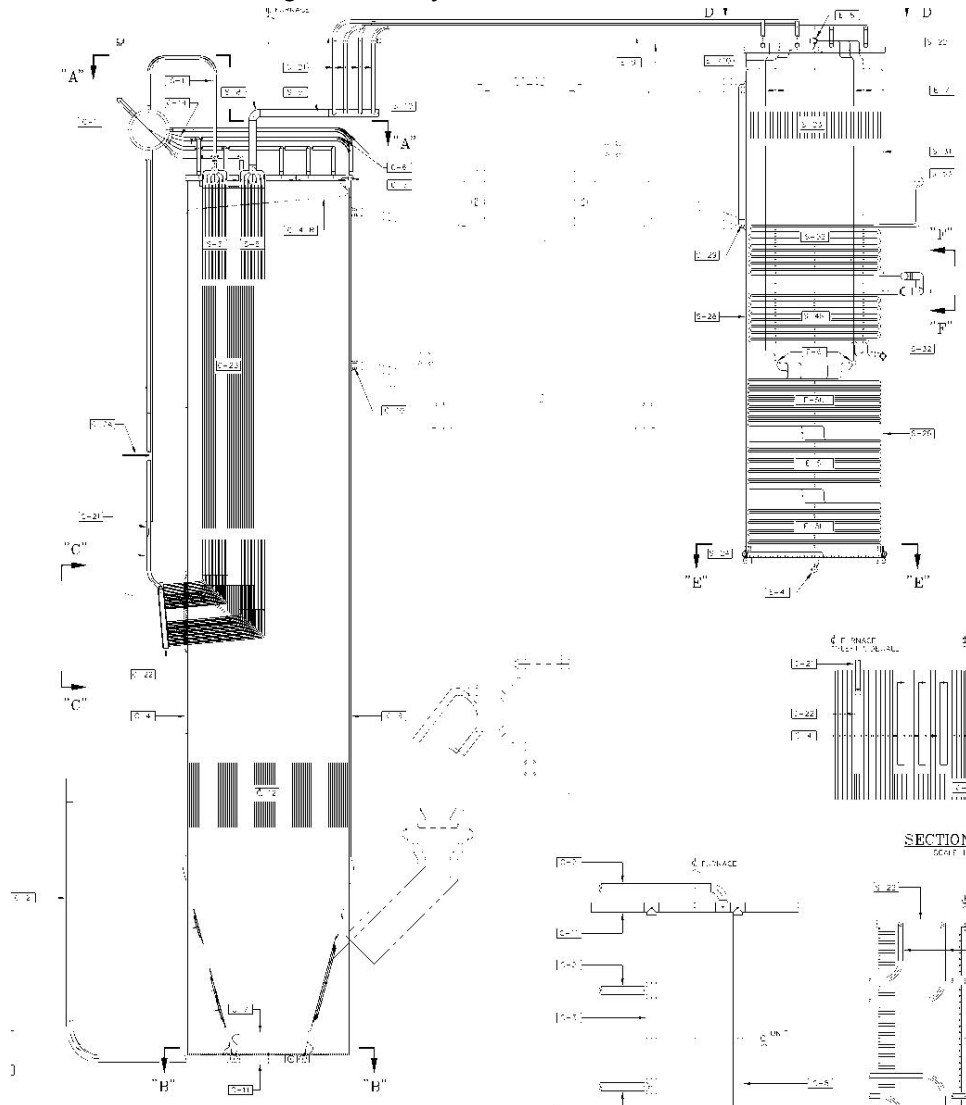
2.3.1 Definisi Tube Boiler CFB

Tube boiler merupakan susunan pipa-pipa yang berada pada sisi dinding ,didalam Ruang bakar (*furnace*),ataupun chamber/ruang pemanfaatan kalor (*Backpass*). Tube boiler tersebut digunakan sebagai tempat mengalirnya air ataupun steam (uap) pada saat terjadinya pembakaran di dalam furnace, pada tube boiler terjadi perpindahan panas dari api (*flue gas*) ke air di dalam pipa-pipa boiler terjadi secara radiasi, konveksi dan konduksi dan perubahan wujud.



Gambar 2.49 Tube Boiler

Pada Boiler CFB menggunakan 4 jenis material dengan menggunakan standard Amerika ASME (American Society Mechanical Engineering), dan 1 material untuk tube air heater berikut adalah gambarannya



Gambar 2.50 jenis Tube pada Boiler CFB

a. **ASME SA 210 Gr.A1**

Merupakan Tube boiler berjenis *Seamless Medium-Carbon Steel Boiler Tube* high temperature yang digunakan untuk media air/ tube-tube yang dilalui air, Design pressure : 151 bar & Design temperature : 371,1 °C penggunaan pada boiler ada pada : Furnace Walltube, evaporator panel tube, roof tube, economizer tube, floor tube, hanger economizer tube



b. ASME SA 213 T12

Merupakan Tube boiler berjenis Seamless Ferritic and Austenitic Alloy Steel Tube high temperature yang digunakan untuk media uap(steam) ataupun tube-tube yang dilalui uap,

Design pressure : 151 bar & Design temperature : 712-1074 °C penggunaan pada boiler ada pada : Superheater panel Tube, Backpass walltube, Low Temperature Superheater Tube, Finishing Super heater tube

c. ASME SA 106 Gr. C 1

Merupakan Tube boiler berjenis Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service Tube yang digunakan untuk Header ataupun Tube berdiameter besar dengan media air ataupun uap

Design pressure : 151.3 – 155.1 bar & Design temperature : 343.3-416.7 °C penggunaan pada boiler ada pada : Furnace Downcomer, Furnace inlet & Outlet Header, Evaporator inlet & outlet Header, Furnace Riser Tube, Evaporator Downcomer, Evaporator riser, Economizer inlet & outlet Header, Economizer junction Header, Tube Link Economizer to Steam Drum, Superheater connecting pipe, Superheater inlet header, superheater junction header, Backpass upper inlet Header & Link, Link Superheater-Desuperheater #2

d. ASME SA 335 P12 & P 91

Merupakan Tube boiler berjenis Seamless Ferritic Alloy Steel Pipe for High Temperature Service yang digunakan sebagai Header untuk media uap(steam) ataupun tube-tube yang dilalui uap,

Design pressure : 151 bar & Design temperature : 437-557 °C penggunaan pada boiler ada pada : Superheater Desuperheater #2, Superheater Desuperheater #1, SH Panel Outlet Header, Backpass Lower inlet & Outlet Header, Low Temperature Superheater inlet & outlet Header, Finishing Superheater Header, outlet SH Header.

e. Carbon steel A36 / Stainless steel 400

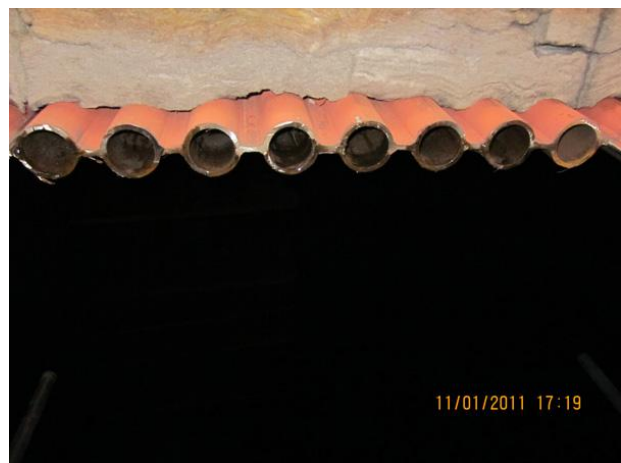
Merupakan Tube untuk mengalirkan udara di air heater (Tubular air heater) di area Backpass

2.3.2 Jenis Tube Boiler

Furnace

a. Tube wall

Wall tube merupakan susunan pipa-pipa yang berada pada sisi dinding sepanjang *furnace*. Bertujuan agar terjadi perpindahan panas dari ruang bakar di luar tube menuju ke air yg berada di dalam tube. Dimana dalam *wall tube*, sebagian *water* akan berubah menjadi steam. Pipa-pipa air memperoleh air dari header bagian bawah ruang bakar. Pipa-pipa header tersebut diisi oleh *downcomer* yang mengalirkan air dari *Drum*, turun ke bawah melalui bagian luar dari ketel dan mengisi header bawah. Karena itu selama adanya pembakaran, air dari pipa-pipa naik ke dalam *Drum* melalui *wall tube* dan air yang lebih dingin dari *Drum* turun ke bawah melalui *downcomer*, mengisi pipa-pipa air.



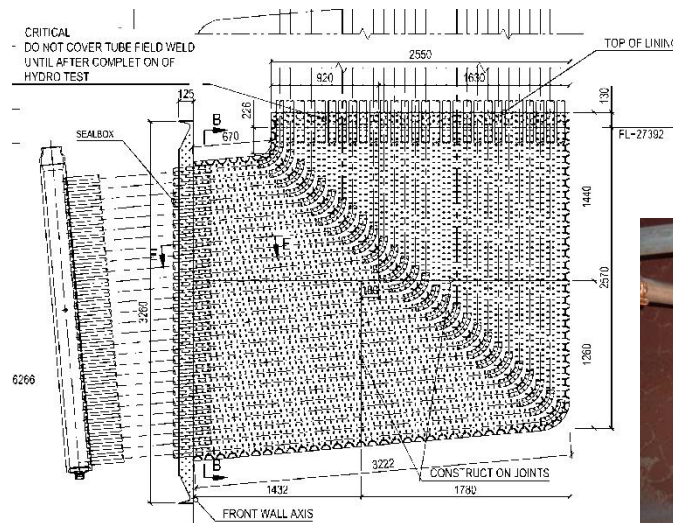
Gambar 2.51 Tubewall (kiri) & Penampang Tubewall (kanan)

Spesifikasi Tube Boiler,

Material	:ASTM- SA-210 A1
Diameter	: 64 mm
Tebal	: 4,8 MWT
Jumlah	: 392
Temperatur	: 371,1 °C
Fin Tube ASME	: A516 Thk 6mm

b. Evaporator Panel

merupakan susunan pipa-pipa yang berada pada *furnace* dengan posisi menggantung, fungsinya hamper sama dengan Tube Wall yaitu mengubah air menjadi uap, terdapat 2 buah evaporator panel pada boiler CFB tiap buah memiliki tube sebanyak 28 tube yang tercover refractory pada sisi bawahnya



Gambar 2.52 Drawing Evaporator Panel (kiri) ; Evap.& SH Panel dalam furnace (kanan)

Spesifikasi Tube Evap. Panel

Material	: SA-210 A1
Diameter	: 64 mm
Tebal	: 4,8 MWT
Jumlah	: 56
Temperatur	: 371,1 °C

c. Super Heater Panel

Superheater adalah suatu rangkaian pipa di dalam furnace dengan posisi menggantung seperti evaporator panel yang digunakan untuk memanaskan lanjut uap *saturated* (uap jenuh) sampai dihasilkan uap yang benar - benar kering (*steam*



BackPass

Back Pass adalah ruang untuk memanfaatkan kalor dari flue gas , paling atas digunakan untuk pemanasan uap lanjut sehingga dihasilkan uap yang sangat panas yang akan digunakan untuk memutar turbin, bagian tengah digunmnakan untuk memanfaatkan pemanasan air (Economizer) dan paling bawah, flue gas digunakan untuk memanfaatkan udara pembakaran sebelum masuk Furnace:

a. Super Heater (Finishing & Intermediate Super Heater)

Intermeadite superheater

Terletak dibagian kedua Back Pass dibawah Finishing Superheater. Uap basah (uap jenuh) yang telah melalui panel superheater selanjutnya masuk ke intermeadite superheater untuk mengalami pemanasan lanjut hingga didapat uap kering.

Finishing Superheater

Setelah melalui intermeadite superheater kemudian dilanjutkan menuju finishing superheater yang terletak dibagian atas Back Pass dimana temperatur dari flue gas masih sangat tinggi yang akan dimanfaatkan untuk memanaskan uap kering.

SPESIFIKASI AIR

- pH : 9-9,6
- Spec. conductivity : 3-11 $\mu\text{S/cm}$
- Cation conductivity : < 0,2 $\mu\text{S/cm}$
- Total iron : < 0,020 mg/l
- Total copper : < 0,003 mg/l
- Silica : < 0,020 mg/l
- Temperatur inlet : 426,8 $^{\circ}\text{C}$
- Temperatur outlet : 535,3 $^{\circ}\text{C}$
- Pressure outlet : 115,8 kgcm²g

SPESIFIKASI TUBE

Intermeadite superheater

Material : SA-213 T91
Diameter : 51mm

Material : SA-213 T12
Diameter : 51mm



Tebal : 5 MWT

Jumlah : 148

Temperatur : 578,9 °C

Tebal : 4,6 MWT

Jumlah : 148

Temperatur : 490 °C

Finishing Superheater

Material : SA-213 T12

Diameter : 44 mm

Tebal : 4,2 AWT

Jumlah : 114

Temperatur : 439,4 °C

b. Economizer

Merupakan pemanasan awal air sebelum masuk ke steam drum, media pemanas yang digunakan adalah flue gas sisa pembakaran dari pembakaran bahan bakar dalam furnace.

SPESIFIKASI AIR

- pH : 9-9,6
- Spec. conductivity : 3-11 $\mu\text{S/cm}$
- Cation conductivity : < 0,5 $\mu\text{S/cm}$
- Total iron : < 0,020 mg/l
- Total copper : < 0,003 mg/l
- Silica : < 0,020 mg/l
- Dissolved oxygen : < 0,01 mg/l
- Residual hydrazine : 0,01 mg/l
- Temperatur inlet : 237,7 °C
- Temperatur outlet : 327 °C
- Pressure inlet : 125,5 kgcm²/g

SPESIFIKASI TUBE

Material : SA-210 A1

Diameter : 51 mm

Tebal : 4,2 MWT

Jumlah : 285

Temperatur : 371,1 °C



2.3.3 Prosedur Pemeliharaan Tube Boiler CFB/ Retubing

I. PERSIAPAN TOOLS :

- Mesin las listrik
- Gerinda tangan 4", 7"
- Gerinda Tuner
- Cutting wheel
- Las Asitelin
- Las Argon
- Gergaji besi
- Sikat baja
- Sarung tangan katun
- Sarung tangan kulit
- Kunci ring, pass, sock 19, 28, 30, 32, 50
- Kunci Inggris 12"
- Kunci pukul 50
- Palu
- Obeng minus dan plus
- Tang buaya
- Kunci tabung asitelin, argon, oksigen
- Majun
- Kacamata, kaplas
- NDT, Penetrant
- Thickness tool
- Kawat Las LB 52 D 3.2 dan 2.6
- Piller TGS 50

II. ALAT PENGAMAN DIRI (APD) :

- Sarung tangan
- Masker
- Eye Safety
- Helm Safety



- Sepatu Safety
- Ear Plug
- Safety Belt

III. LANGKAH KERJA :

1. Cooling Down

- Rack – Out All Fan (PAF, SAF, FAB, IDF)
- Drain boiler drum, evaporator, Superheater panel, Economizer, Backpass wall header.
- Buka All Vent
- Buka manhole furnace menggunakan kunci ring, pass, sock 28 dan 30, 32.
- Buka manhole bottom plenum menggunakan kunci ring, pass, sock 19
- Buka valve drain bottom plenum
- Buka regulasi IDF full open A dan B, Close regulasi PAF A dan B, SAF A dan B, SA Nozzle 12 buah.
- Buka manhole sealpot, lalu drain semua bed material
- Buka valve drain sealpot
- Drain bed material menggunakan ash screw, bed material diarahkan ke screen ash screw menggunakan bantuan udara service manual.
- Setelah bed material habis, pastikan posisi kebocoran pada tube wall
- Buka isolasi sisi luar furnace dan lakukan erection scaffolding jika dibutuhkan.
- Setelah temperature furnace aman untuk masuk, kita dapat melakukan erection scaffolding sesuai dengan elevasi yang dibutuhkan.

2. Retubing wall tube

- Pertama kita ukur ketebalan (thickness) pipa disekitar pipa yang bocor / mau diganti



Gambar 2.54 Thickness test Tube Boiler

- Setelah mendapat data pipa yang mengalami penipisan dan mau diganti, Lakukan marking / penandaan batas tube yang akan dipotong
- Potong pipa sesuai ukuran yang telah ditentukan menggunakan blender / gerinda potong.
- Setelah dipotong lakukan bevel ujung pipa dengan sudut 36° menggunakan gerinda tangan, dan gunakan gerinda tuner untuk menghaluskan
- Siapkan pipa pengganti dengan sudut bevel 36° pada kedua ujungnya, dengan selisih panjang 5 mm lebih pendek pada ukuran pipa pengganti.
- Lakukan penyetelan dan alignment ,lalu tackweld dengan menggunakan las argon.
- Lakukan pengelasan root dan capping.
- Lakukan tes x – ray atau NDT penetrant untuk memastikan hasil pengelasan.
- Setelah dipastikan hasil pengelasan pada tube tidak bocor, lalu kita dapat melakukan pengelasan FIN tube.
- Setelah pengelasan FIN tube selesai, lakukan hydro test dengan pengisian pada boiler drum sampai level drum high.
- Setelah level high dan dipastikan tidak ada kebocoran tube, drain kembali boiler drum untuk membuang sisa – sisa material yang ada di wall tube.
- Bongkar scaffolding, cleaning furnace, nozzle, dan tutup semua manhole, kecuali satu sisi manhole furnace untuk pengisian bed material.
- Isi bed material sampai ± 80 ton lalu tutup manhole furnace.
- Siap firing.