



MILIK BIDANG PERPUSTAKAAN
PUSDIKLAT
BPP TEKNOLOGI

E2.06v

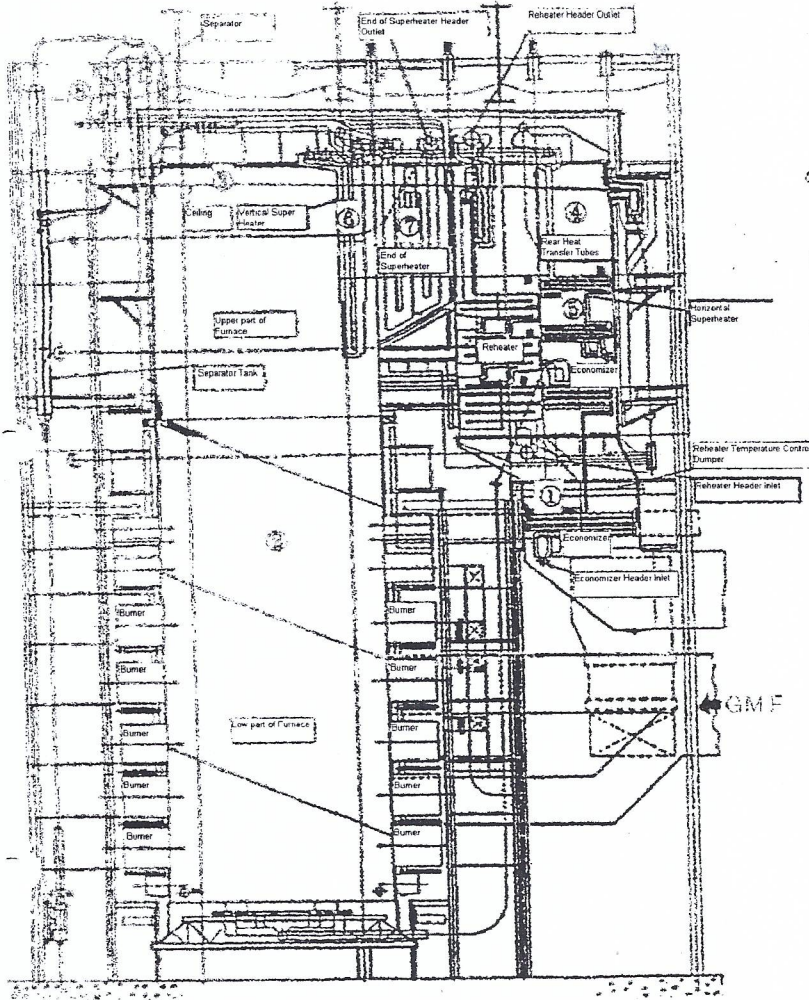
IV, 2d P
✓

117

LAPORAN TEKNIS

**ONE THROUGH BOILER 1000 MW
DI PLTU HIGASHI OHGISHIMA,
TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY,
KAWASAKI, JEPANG**

Oleh :
Irhan Febijanto



**PUSAT PENGAJIAN & PENERAPAN
TEKNOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ENERGI
DEPUTI BIDANG TENOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ALAM
BPP TEKNOLOGI
2002**

PERPUSTAKAAN

No. Induk : 1511/H/04
Klasifikasi : IL. 97. 04. 1511
Subjek : - PPS - kW

Harga / Asal

Demografi / TV

05/07/05

05-10-04

25-01-2005

LAPORAN TEKNIS

**ONE THROUGH BOILER 1000 MW
DI PLTU HIGASHI OHGISHIMA,
TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY,
KAWASAKI, JEPANG**

Oleh :
DR. Irhan Febijanto
Nip: 680002166

Mengetahui :

Direktur Pusat Pengkajian dan Penerapan
Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi



(DR. Ir. Subagio Imam Bakri)
Nip: 680000168

**PUSAT PENGAJIAN & PENERAPAN
TEKNOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ENERGI
DEPUTI BIDANG TENOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ALAM
BPP TEKNOLOGI
2002**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
1. PENDAHULUAN.....	3
1.1 LOKASI PLTU HIGASHI OHGISHIMA	3
2 BOILER.....	3
2.1 JENIS BERDASARKAN MEDIUM FLUIDISASI	3
2.2 JENIS BERDASARKAN SIRKULASI AIR/UAP AIR	4
3. BOILER DI PLTU HIGASHI OHGISHIMA	7
3.1 KHARAKTERITIK BOILER.....	7
3.2 STRUKTUR BOILER.....	9
4. PENUTUP.....	13
5. DAFTAR PUSTAKA.....	13

GAMBAR dan TABEL

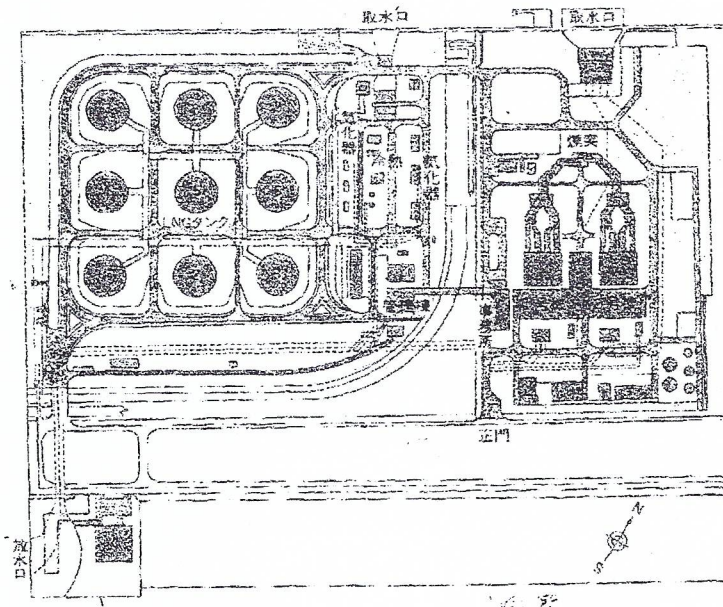
Gambar 1 Lokasi Kompleks PLTU Higashi Ohgishima.....	3
Tabel 1 Karakteristik dari jenis Fluidized Bed Boiler	5
Gambar 2 Skema Natural Circulating Boiler	6
Gambar 3 Skema Natural Circulating Boiler	6
Gambar 4 Skema Forced Circulating Boiler.....	7
Gambar 5 Struktur Penataan Pipa dan Pengelasan di Water-wall Boiler	9
Gambar 6 Struktur Boiler unit 1.....	10
Gambar 7 Struktur Boiler unit 2.....	11
Tabel 2 Spesifikasi Boiler di unit 1 dan unit 2	12

1. PENDAHULUAN

Laporan teknis ini disampaikan kepada P3TPSE (Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi), sebagai salah satu syarat untuk melengkapi laporan kerja, dalam rangka training di Boiler Mechanical Group, Department of Maintenance Engineering, Higashi Ohgishima Thermal Power Plant, Kawasaki, TEPCO (Tokyo Electric Power Company), Jepang.

1.1 LOKASI PLTU HIGASHI OHGISHIMA

Lokasi PLTU Higashi Ohgishima ini terletak di Teluk Tokyo, seperti ditunjukkan pada gambar 1. Tepatnya adalah di propinsi Yokohama, terletak di sebelah timur kawasan industri kota Kawasaki. PLTU ini dibangun di sebuah pulau buatan, yang berlokasi dekat dengan bandara nasional Jepang Haneda Airport. Perjalanan menuju ke PLTU ini ditempuh melalui terowongan bawah laut yang dibangun khusus sebagai sarana transportasi menuju ke pulau buatan tersebut.



Gambar 1 Lokasi Kompleks PLTU Higashi Ohgishima

Kapasitas PLTU ini merupakan yang terbesar pada awal tahun 1990, dan mempunyai dimensi serta kemampuan boiler dan turbin yang terbesar saat itu dan merupakan kebanggaan bagi TEPCO.

Dalam laporan teknis ini akan dijelaskan secara mudah dan ringkas karakteristik boiler yang dipakai di kedua unit PLTU Higashi Ohgishima .

2 BOILER

2.1 JENIS BERDASARKAN MEDIUM FLUIDISASI

Dari jenis sirkulasi partikel bahan bakarnya, boiler dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu Bubbling Fluidized Bed Boiler, Circofluid Circulating Fluidized Bed Boiler dan Circulating Fluidized Bed Boiler. Ketiganya mempunyai

kelebihan dan kekurangan masing-masing. Circofluid Circulating Fluidized Bed Boiler merupakan gabungan dari kedua jenis boiler lainnya, yang didisain dengan mengambil kelebihan masing-masing boiler. Dicoba pertama kalinya oleh pada tahun 1985 di Jerman.

Karakteristik dari ketiga jenis Fluidized Bed Boiler ini dapat dilihat di tabel 1. Kecepatan suplai udara dari distributor (superficial velocity), secara berurutan Bubbling Fluidized Bed (BFB) mempunyai kecepatan yang rendah, dan Circulating Fluidized Bed (CFB) mempunyai kecepatan yang tinggi. Pada BFB penempatan pipa penghantar panas yang berada di dalam bed (medium partikel) menyebabkan kerusakan pada pipa akibat erosi atau kikisan dari pergerakan partikel yang menyebabkan harus digantinya pipa dalam suatu periode tertentu karena penipisan dinding. Beberapa cara antara lain seperti menggunakan dummy pipa heat transfer yang diletakkan tepat di atas distributor, digunakan untuk melindungi pipa penghantar panas yang sebenarnya dari kikisan medium fluidisasi. Hal ini seperti dijumpai di PLTU Kurihama yang memakai Pressurized Bubbling Fluidized Bed Boiler buatan Hitachi. Pada Circofluid Circulating Fluidized Bed Boiler, kontrol sirkulasi suplai abu atau medium bahan bakar dari cyclon ke tungku merupakan ciri dari sistem ini. Pengontrolan sirkulasi abu dan medium tersebut digunakan untuk mengontrol suhu tungku agar tetap. Jika suhu tungku naik suplai medium/abu ke tungku di tambah sedangkan jika suhu turun suplai dikurangi. Kelebihannya cara penyuplaian seperti ini adalah respon terhadap perubahan beban/perubahan suhu tungku dapat cepat di atasi, karena medium yang di sirkulasi tersebut masih mempunyai suhu yang cukup panas.

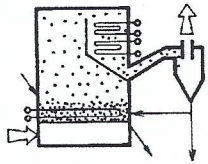
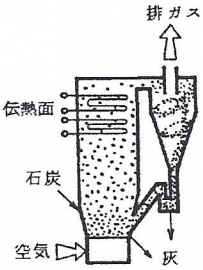
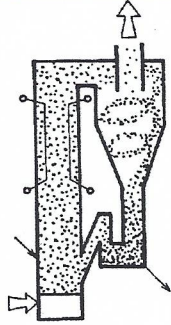
2.2 JENIS BERDASARKAN SIRKULASI AIR/UAP AIR

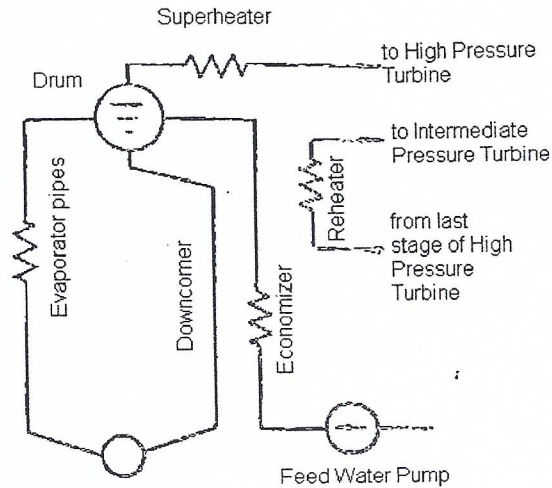
Selain dari sirkulasi medium fluidisasi, boiler dapat dibagi berdasarkan sirkulasi air/uap air di dalam pipa, yang terbagi menjadi Natural Circulating Boiler, Forced Circulating Boiler dan One-Through Boiler.

- (1) Natural Circulating Boiler, pada boiler ini sirkulasi air terjadi dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis air. Dengan naiknya suhu air, berat jenis air akan menjadi ringan, maka air akan naik ke atas, dan jika suhu air turun berat jenis akan menjadi berat, maka air akan turun. Tetapi dengan semakin tingginya tekanan uap air di dalam pipa, perbedaan antara uap air dan air menjadi sangat kecil, hingga sirkulasi menjadi tidak lancar. Karena itu pemakaian jenis ini di boiler PLTU, terbatas tekanannya, yaitu antara $120 \text{ kg/cm}^2 \sim 190 \text{ kg/m}^2$. Skema dari sirkulasi boiler dapat dilihat di bawah ini (gambar 2). Air akan mengalami penguapan di Evaporator pipes dan akan masuk di Drum. Pada Drum terjadi pemisahan antara uap air dengan air, berdasarkan berat jenis, air yang berada di bagian bawah akan turun melalui downcomer dan akan tersirkulasikan kembali setelah masuk di Drum di bagian bawah. Sedangkan uap air akan dipanaskan lagi di Superheater untuk kemudian di suplaikan ke High Pressure Turbine, kemudian uap air akan

menggerakkan generator, terjadi perubahan dari energi panas ke energi gerak. Uap air yang masih mempunyai cukup enthalpy ini masuk dipanaskan lagi di Reheater, kemudian dipakai untuk menggerakkan Intermediate Pressure Turbine, hingga akhirnya panas yang tersisa dibuang ke kondensor (sekitar 44% dari panas yang dihasilkan terbuang ke kondensor). Kemudian setelah terjadi kondensasi, dengan bantuan Feed Water Pump air tersebut disirkulasikan kembali ke dalam boiler, setelah melewati pemanasan di Economizer.

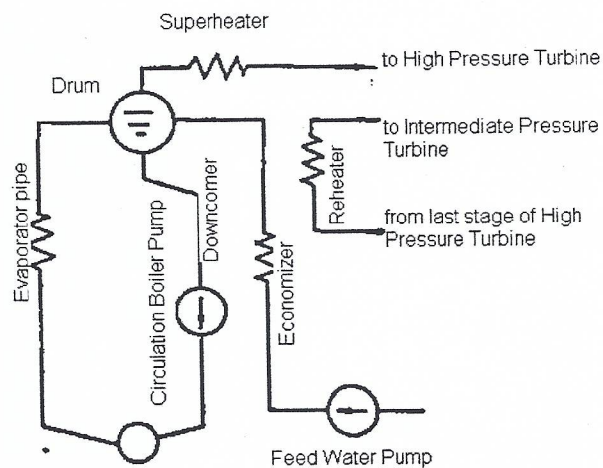
Tabel 1 Karakteristik dari jenis Fluidized Bed Boiler

Form	Bubbling Fluidized Bed	Circofluid Circulating Fluidized Bed	Circulating Fluidized Bed
Fluidization Condition and Heat Transfer Pipe Arrangement			
	<ul style="list-style-type: none"> ● There is a bed ● Heat transfer tubes arranged in a bed 	<ul style="list-style-type: none"> ● There is a bed ● No heat transfer tube arrangement in a bed ● Heat Transfer Tubes arranged in upper part of freeboard ● Heat is absorbed at upper part of freeboard 	<ul style="list-style-type: none"> ● Heat Transfer Tubes in upper part of freeboard ● No Bed
Gas Velocity (m/s)	1~3	4~5	6~8



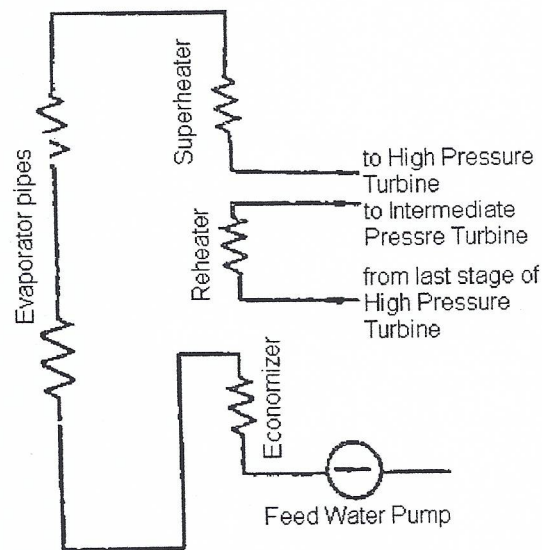
Gambar 2 Skema Natural Circulating Boiler

- (2) Forced Circulating Boiler, dengan semakin naiknya tekanan dan suhu pengoperasian boiler maka perbedaan berat jenis antara air dengan uap air menjadi sangat kecil, sehingga sirkulasi air secara alami/natural menjadi buruk. Untuk menanggulangi fenomena ini, maka pada Drum Boiler di Downcomer dipasang Circulating Pump, yang berfungsi untuk memompa air agar tersirkulasikan. Tekanan pada boiler jenis ini adalah $170 \text{ kg/cm}^2 \sim 200 \text{ kg/m}^2$. Sirkulasi air sama dengan pada Natural Circulating Boiler, hanya sirkulasi air dari Evaporator Pipes ke Drum dibantu oleh pompa.



Gambar 3 Skema Natural Circulating Boiler

- (3) One Through Boiler, jenis boiler ini biasa dipakai untuk boiler dengan tekanan uap air di atas kritis yaitu 225.6 kg/cm^2 . Pada tekanan di atas ini kondisi air dan uap air akan menjadi bercampur. Pada kondisi tekanan ini, air yang dipanaskan akan menjadi air jenuh dan segera menjadi uap air. Pada sistem ini air yang disuplai dari Boiler Feed Water disuplai ke dalam boiler dengan tekanan sehingga ketika air mengalir antar pipa (water wall) dan super heater, penyerapan panas terjadi secara berurutan kemudian terjadi penguapan, dan uap air yang terjadi masih menyerap panas, sebelum disuplai ke turbin. Sirkulasi air seperti di gambarkan di gambar 5, agak berbeda dengan jenis boiler sebelumnya. Dimana air yang mengalir masuk ke boiler tidak terjadi pemisahan air dan uap air di drum. Keseluruhan air yang disuplai Boiler Feed Pump, setelah melalui Economizer, Evaporator dan Superheater keseluruhannya menjadi uap air dan diinjeksikan ke turbin. Karena itu Drum Boiler tidak diperlukan.



Gambar 4 Skema Forced Circulating Boiler

3. BOILER DI PLTU HIGASHI OHGISHIMA

3.1 KHARAKTERITIK BOILER

Kedua boiler dari 2 unit di PLTU Higashi Ohgishima yang masing-masing berkapasitas 1000 MW. Untuk unit 1 boiler dibuat oleh Babcock-Hitachi, unit 2 dibuat oleh Ishikawajima Harima Heavy Industries, masing-masing dengan tekanan uap air super kritis, 274 kg/cm^2 . Pada Boiler ini tidak dipakai medium fluidisasi karena bahan bakar yang dipakai adalah LNG (Liquid Natural Gas) bukan batubara seperti biasanya PLTU. Walaupun tidak ada medium fluidisasi struktur dan fungsi boiler yang dipakai dapat

disamakan dengan Circulating Fluidized Bed, hanya pemakaian cyclon tidak diperlukan.

Dari sistem sirkulasi air/uap air, jenis boiler ini adalah jenis adalah One-through Boiler dengan tekanan pada titik super kritis (lebih dari kritis 256 kg/cm^2).

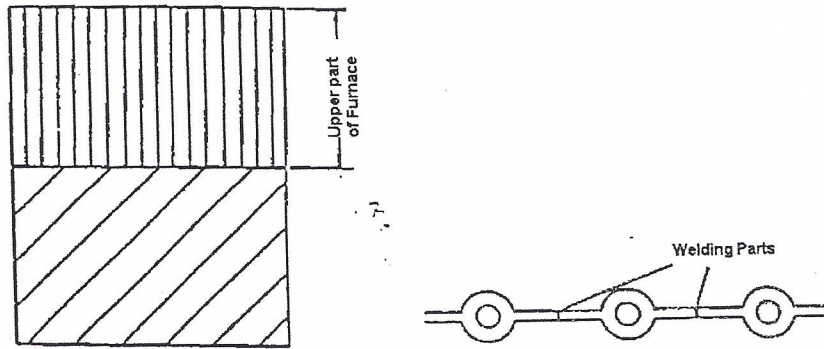
Pada kedua One-through boiler ini, water wall mempunyai komposisi pipa yang berbeda dibandingkan water-wall boiler dari jenis yang biasa. Pada jenis ini bagian bawah tungku dari water-wall pipa berjajar dengan kemiringan tertentu dimana struktur pipa ini pada unit pertama disebut spiral membrane tube, dan pada unit kedua disebut helical tubes. Struktur pipa ini melingkari bentuk 4 persegi dari boiler sampai pada ketinggian tertentu berubah strukturnya menjadi arah vertical. Bentuk helical atau spiral ini bertujuan untuk mencegah terjadinya ketidaksamaan suhu (non-uniform temperature) uap air pada pipa. Struktur dan penataan pipa tersebut dapat dilihat di gambar 5.

Boiler dikelilingi oleh pipa pada bagian atap (receiving), tungku bagian dalam, dan sekeliling bagian penghantar panas di bagian belakang. Pengelasan antar pipa harus dilas sedemikian rupa hingga tidak terjadi kebocoran dari bagian dalam boiler, atau bersifat kedap udara. Skema sederhana dari struktur pengelasan ditunjukkan di gambar 5. Pembakaran dalam tungku berlangsung pada tekanan di bawah tekanan atmosfer (0.1 MPa). Pengaturan tekanan ini bertujuan untuk mencegah kebocoran gas ke luar boiler. Sebutan membrane wall ini untuk boiler unit 1, untuk unit 2 adalah monowall.

Untuk kedua sistem boiler, burner dipasang dengan arah saling berlawanan. Pada unit 1, burner dipasang dengan 6 lajur 4 tingkat (tingkat A sampai tingkat D) di tiap sisi, jumlah total burner di satu sisi adalah 24 burner. Burner di dinding yang berlawanan terdapat komposisi burner yang sama, sehingga total burner adalah 48 buah burner. Penyalaan burner didasarkan atas pertimbangan kesamaan (uniformity) perambatan panas di dalam tungku. Pada unit 2 susunan burner agak berbeda selain tingkat A sampai tingkat D dengan 48 burner, masih ada satu tingkat lagi yaitu tingkat E yang terdiri dari 12 burner. Posisi burner dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7, yang menunjukkan struktur sederhana boiler unit 1 dan unit 2.

Untuk memperkecil polusi dari gas bakar/gas buang yaitu NO_x , dipakai sistem pembakaran 2 tingkat., dan sirkulasi ulang gas buang/gas bakar. Selain deNO_x pada bagian dalam (internal) dilakukan juga deNO_x di bagian luar (external) dengan memasang peralatan deNO_x sebelum gas buang masuk ke cerobong asap untuk di buang ke lingkungan luas. Dengan sistem tersebut di atas emisi NO_x dapat dikurangi. Dan perlu diingat karena komposisi bahanbakarnya, pada PLTU Higashi Ohgishima yang memakai bahan bakar LNG, mempunyai emisi NO_x lebih rendah dibandingkan bahan bakar batubara ataupun minyak berat.

Pada bagian belakang Boiler terdapat Reheater dipasang paralel dengan Primary Superheater dan Evaporator, dimana untuk mengontrol suhu Reheater dilakukan kontrol secara bersamaan jumlah aliran gas bakar/gas buang dan paralel dumper. Agar lebih jelas bisa dilihat di gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 5 Struktur Penataan Pipa dan Pengelasan di Water-wall Boiler

3.2 STRUKTUR BOILER

Struktur boiler unit 1 dan 2 masing masing dapat dilihat di gambar 6 dan gambar 7. Berikut ini penjelasan dari masing-masing bagian boiler unit 1.

(1) Tungku (Furnace)

Dengan sistem boiler bekerja pada super kritis tekanan dan dapat berubah, sehingga tekanan uap air dapat berubah antara $85 \sim 246 \text{ kg/cm}^2$. Komposisi pipa di dalam tungku terbagi menjadi 2 yaitu bagian yang vertical/tegak lurus dengan bagian yang miring dengan sudut 20° terhadap garis horizontal. Tungku/furnace terbuat dari Membrane wall dan Fin yang dilas bersatu, sehingga kedap udara seperti ditunjukkan di gambar 5. Tungku pada bagian atas (ceiling), ditutup/seal dengan seal air yang ditiupkan dari Fan, tekanan dalam tungku dan Penthouse dijaga keseimbangannya.

(2) Economizer

Terletak di bagian hilir aliran gas buang yang bersuhu rendah, pada bagian masukan economizer terdapat paralel dumper, pada bagian keluaran bagian depan dumper terpisah.

(3) Superheater

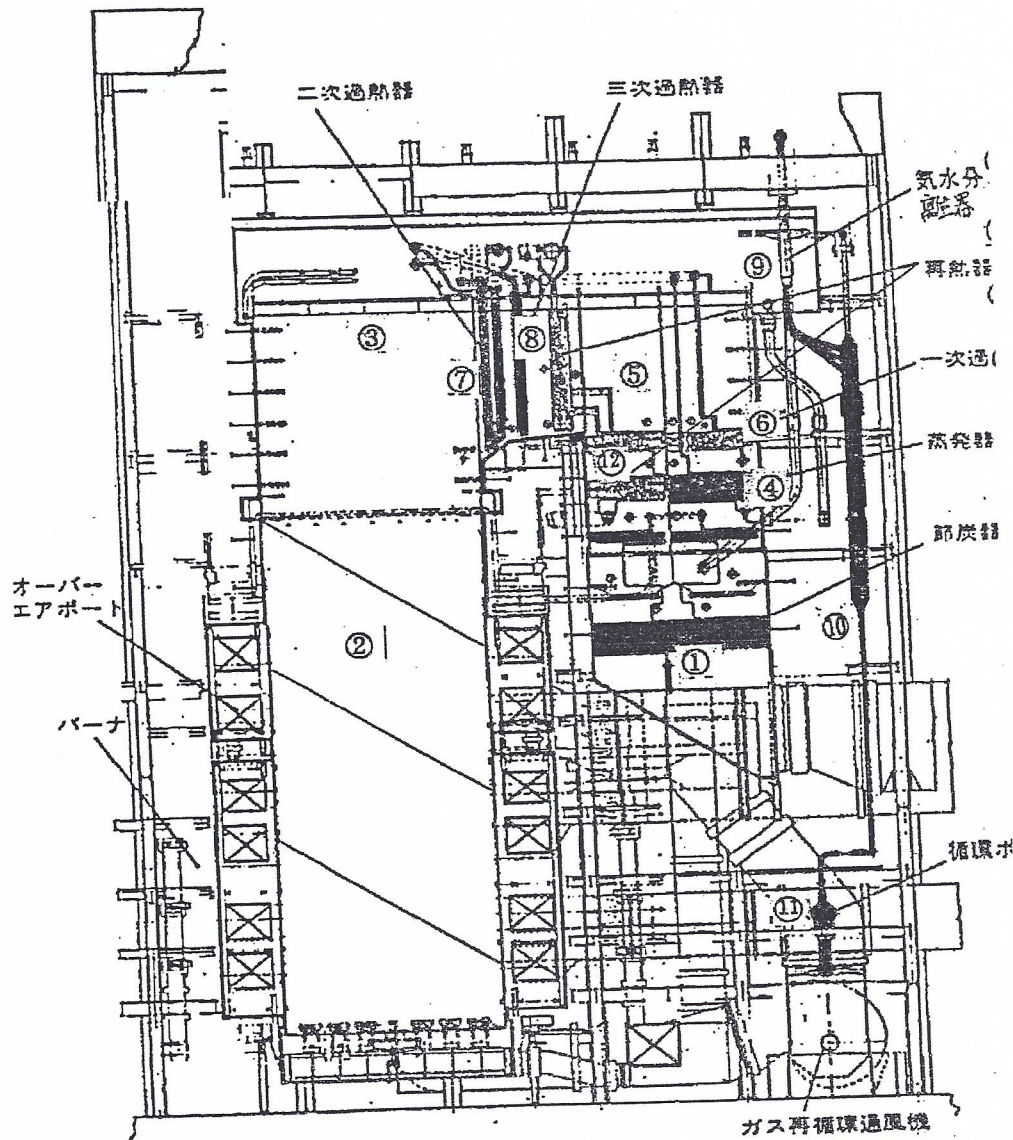
Primary Superheater diletakkan di bagian atas gas bersuhu rendah, di samping evaporator. Secondary Superheater diletakkan di bagian depan gas bersuhu tinggi. Bagian hilir/bawah dari Tersier Superheater, Secondary Superheater terdapat Hung type, yang menyangga secondary dan tersier Superheater di bagian header.

(4) Reheater

Bagian masukan Horizontal Reheater terdapat di bagian gas buang bersuhu rendah. Bagian keluaran yang terdapat di bagian gas buang bersuhu tinggi, diletakkan di tersier Superheater bagian hilir. Suhu gas buang di sekitar econoizer diatur bersamaan dengan aliran gas buang dan paralel dumper.

(5) Evaporator

Evaporator terletak di bagian hilir Primary Superheater, dan terhubung dengan Header Outlet Evaporator yang terletak di dalam Penthouse, yang menembus ceiling/atap dari furnace/tungku boiler.

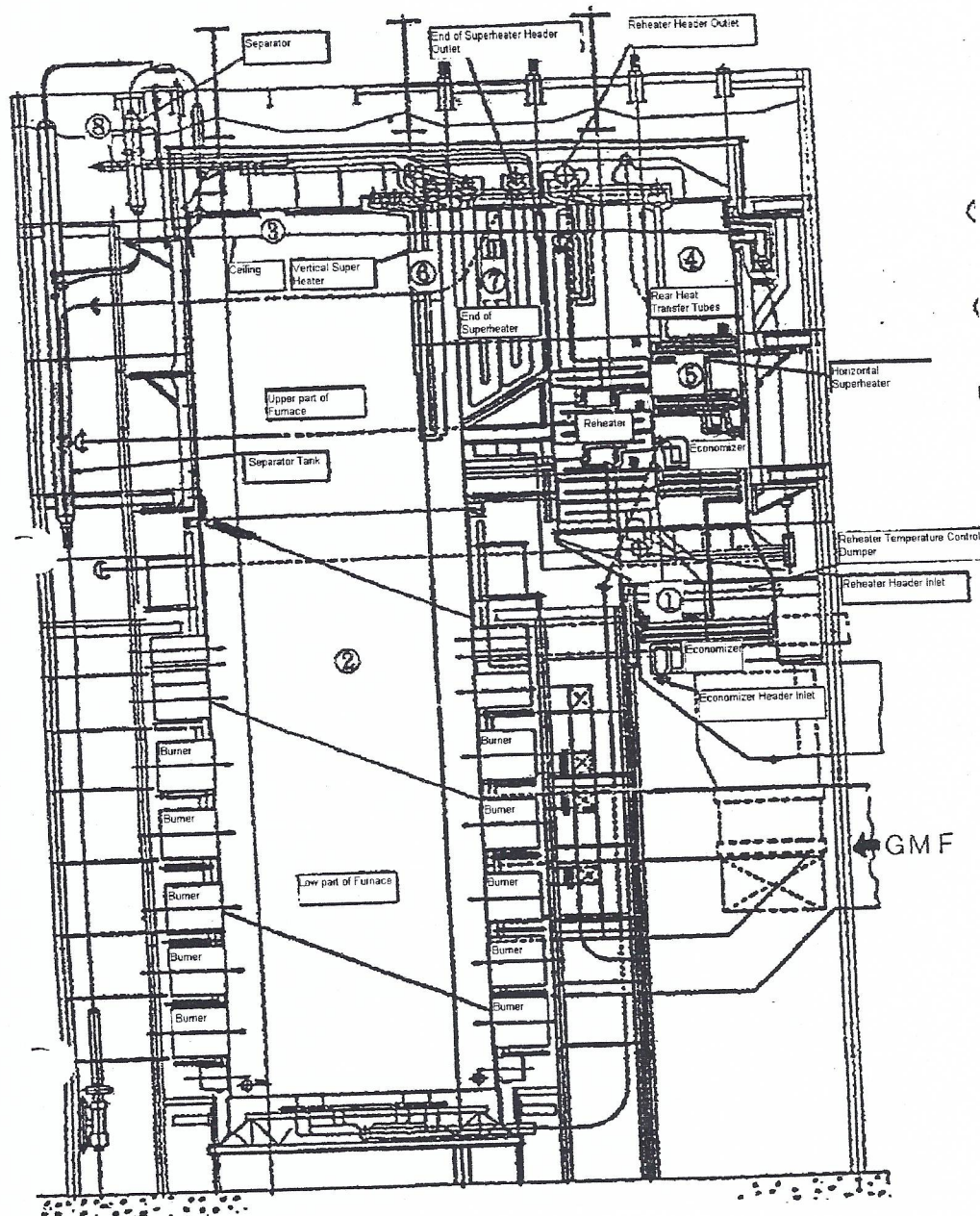


Gambar 6 Struktur Boiler unit 1

Bagian-bagian boiler unit 2 seperti ditunjukkan di gambar 7, hampir sama dengan unit 1. Detilnya sebagai berikut.

(1) Tungku/Furnace,
Berbeda dengan unit 1, spiral tubes di sini disebut sebagai helical tube, dengan kemiringan 23° terhadap garis horizontal. Struktur tungku sama

- dengan unit pertama. Struktur Monowall dipakai agar kedap udar seperti di unit pertama.
- (2) Economizer, Sama dengan unit 1, untuk efisiensi penyerapan panas, pipa terbentuk dari beberapa lup dan mempunyai fin.
 - (3) Superheater
Sama dengan unit 1
 - (4) Reheater
Sama dengan unit 1



Gambar 7 Struktur Boiler unit 2

Tabel 2 Spesifikasi Boiler di unit 1 dan unit 2

Type		Unit	Unit 1 Super Critical Pressure One-Through Boiler	Unit 2 IHI-FW Super Critical Pressure One-Through Boiler	
Maker			Babcock- Hitachi	IHI	
BOILER	Pressure	Maximum Pressure	Kg/cm ² g	274	274
		Reheater Maximum Pressure	Kg/cm ² g	60	55
		Superheater Outlet Pressure	Kg/cm ² g	255	25
		Reh	Kg/cm ² g	46.7	46.7
		Reheater Inlet Pressure	Kg/cm ² g	44.0	44.2
	Economizer Inlet Feed Water	°C	281.4	280	
	Superheater Outlet Steam	°C	542	542	
	Reheater Inlet Feed Water	°C	301.4	298	
	Reheater Outlet Steam	°C	567	568	
	Rate	T/h	3060	310	
Reheater Steam Rate	T/h	2592.79	258		
Lenght		mm	25058	2790	
Weidht		mm	13170	1440	
Height		mm	47500	4960	
Furnace Volume		mm ³	15680	1940	
Angle of Helical Pipes/Spiral Pipes		°	20	23	
Heating Area		mm ²	6780	635	

Spesifikasi dari karakteristik boiler kedua unit ini ditunjukkan dalam angka di tabel 2. Dari tabel 2 menunjukkan bahwa hampir tidak ada perbedaan yang menyolok dari karakteristik kedua boiler tersebut.

4. PENUTUP

Dari segi kemampuan menghasilkan uap air, ketinggian suhu uap air juga dimensi dari boiler. Jenis boiler ini merupakan yang terbesar, karena 3000t/h uap air adalah merupakan jumlah yang sangat besar.

Pembangunan boiler sebesar ini, sudah tidak dilakukan lagi mengingat efisiensi panas PLTU. Karena dengan diketemukannya teknologi ACC (Advanced Combined Cycle), teknologi peningkatan efisiensi panas boiler dengan menaikkan kapasitasnya sudah tidak dilakukan lagi. Hal ini terlihat dari kebijaksanaan TEPCO untuk mengganti PLTU Higashi Ohgishima menjadi buan base-load lagi. Karena pada umumnya base-load hanya diperuntukkan pada PLTU yang mempunyai efisiensi panas yang relatif tinggi, demi penekanan biaya operasional perusahaan.

Kecenderungan yang terjadi sekarang adalah dengan pembangunan PLTU dengan cara combined cycle, karena penurunan beban tidak akan mengurangi efisiensi panas secara significant seperti pada boiler konvensional.

5. DAFTAR PUSTAKA

- (1) Manual Operation for Higashi Ohgishima Thermal Power Plant unit 1 & 2, Babcock-Hitachi
 - (2) NEDO Reports 1999, "*Improvement in Thermal Efficiency in Thermal Power Station*"
 - (3) Buku Pegagangn Pegawai Baru PLTU Higashi Ohgihsima, 1999
 - (4) TEPCO Brochures
 - (5) Catatan pribadi selama mengikuti training
-