

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Boiler merupakan suatu wadah yang berfungsi sebagai pemanas air, panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi steam, volumenya akan meningkat sekitar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dengan baik. Bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan boiler bisa berupa gas, minyak dan batu bara.

Sedangkan menurut Ir.M.J.Djokosetyarojo (1993), boiler merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap/steam untuk berbagai keperluan. Jenis air dan uap air sangat dipengaruhi oleh tingkat efisiensi boiler itu sendiri. Pada mesin boiler, jenis air yang digunakan harus dilakukan demineralisasi terlebih dahulu untuk mensterilkan air yang digunakan, sehingga pengaplikasian untuk dijadikan uap air dapat dimaksimalkan dengan baik.



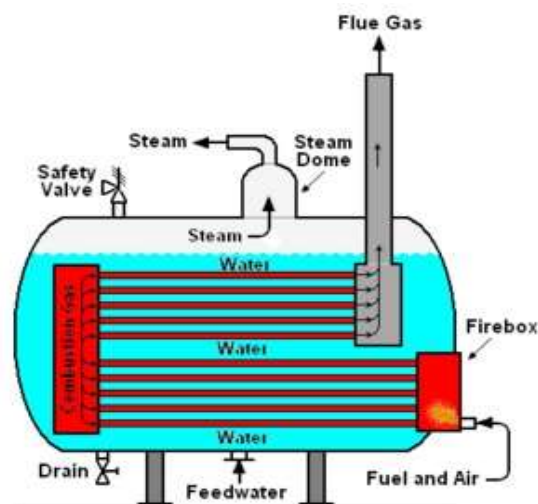
Sumber : MV. Intan Daya 368

#### 2.2 Jenis Ketel Uap

Berbagai bentuk boiler telah berkembang mengikuti kemajuan teknologi dan evaluasi dari produk-produk boiler sebelumnya yang dipengaruhi oleh gas buang boiler yang mempengaruhi lingkungan dan produk steam seperti apa yang akan dihasilkan. Berikut adalah beberapa macam jenis Boiler yang digunakan dikapal :

## 1. Ketel Pipa Api (*Fire Tube Boiler*)

Terdiri dari tanki air yang dilubangi dan dilalui pipa-pipa, dimana gas panas yang mengalir pada tanki tersebut digunakan untuk memanaskan air di tanki. Air yang dipanaskan menghasilkan uap panas yang dapat digunakan untuk memanaskan air di kamar mandi ataupun laundry. *Fire tube boiler* biasanya digunakan untuk kapasitas steam yang relative kecil dengan tekanan steam rendah sampai sedang. Sebagai pedoman, *fire tube boilers* kompetitif untuk kecepatan steam sampai 12.000 kg/jam dengan tekanan sampai 18 kg/cm<sup>2</sup>. *Fire tube boiler* dapat menggunakan bahan bakar minyak bakar, gas dalam operasinya.



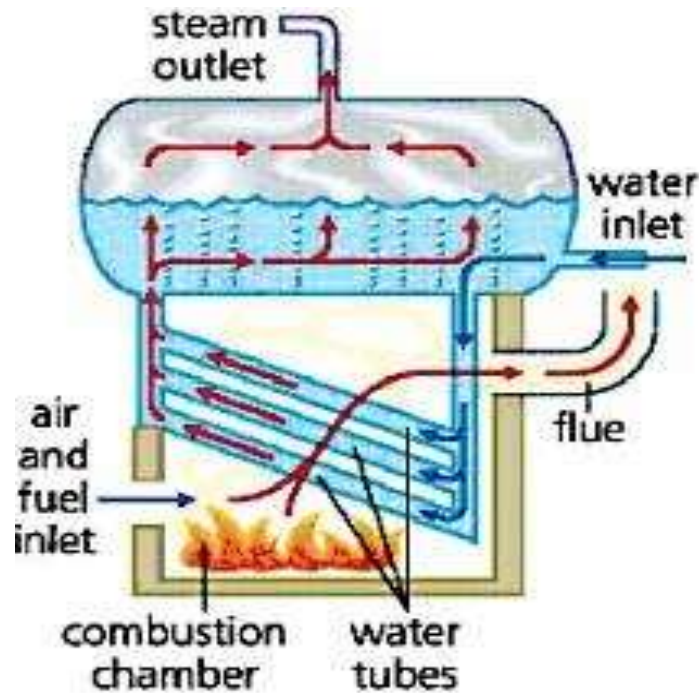
Gambar 2.2 Ketel Uap Pipa Api (*Fire Tube Boiler*)

Sumber: (*Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998*)

## 2. Ketel Uap Pipa Air (*Water Tube Boiler*)

Pada *water tube boiler*, air umpan boiler mengalir melalui pipa – pipa masuk kedalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakar membentuk steam pada daerah uap dalam drum. *Boiler* ini dipilih jika kebutuhan steam dan tekanan steam sangat tinggi seperti pada kasus boiler untuk pembangkit tenaga.

*Water tube boiler* yang sangat modern dirancang dengan kapasitas steam antara 4.500 – 12.000 kg/jam, dengan tekanan sangat tinggi. Banyak water tube boiler yang dikonstruksi secara paket jika digunakan bahan bakar minyak bakar dan gas. Untuk water tube yang menggunakan bahan bakar padat, tidak umum dirancang secara paket. (Klaus Topfer, 2006)



Gambar 2.3. Ketel uap Pipa Air (*Water Tube Boiler*)

Sumber: (*Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998*)

## 2.3 Komponen Utama Boiler

Sama seperti pompa, kompresor dan peralatan pabrik lainnya yang tersusun dari berbagai komponen sehingga alat tersebut dapat beroperasi dan menjalankan perannya. Boiler juga tersusun dari berbagai macam komponen dengan fungsinya masing-masing. Di bawah ini adalah fungsi dari masing-masing komponen pada boiler, yaitu:

### 1. *Tungku Pengapian (Furnace)*

Bagian ini merupakan tempat terjadinya pembakaran bahan bakar yang akan menjadi sumber panas, proses penerimaan panas oleh media air dilakukan melalui pipa yang telah dialiri air, pipa tersebut menempel pada dinding tungku pembakaran. Proses perpindahan panas pada furnace terjadi dengan tiga cara:

- a. Perpindahan panas secara radiasi, dimana akan terjadi pancaran panas dari api atau gas yang akan menempel pada dinding tube sehingga panas tersebut akan diserap oleh fluida yang mengalir di dalamnya.

- b. Perpindahan panas secara konduksi, panas mengalir melalui hantaran dari sisi pipa yang menerima panas kedalam sisi pipa yang memberi panas pada air.
- c. Perpindahan panas secara konveksi. panas yang terjadi dengan singgungan molekul-molekul air sehingga panas akan menyebar kesetiap aliran air.

Di dalam furnace, ruang bakar terbagi atas dua bagian yaitu ruang pertama dan ruang kedua. Pada ruang pertama, di dalamnya akan terjadi pemanasan langsung dari sumber panas yang diterima oleh tube (pipa), sedangkan pada ruang kedua yang terdapat pada bagian atas, panas yang diterima berasal dari udara panas hasil pembakaran dari ruang pertama. Jadi, fungsi dari ruang pemanas kedua ini yakni untuk menyerap panas yang terbuang dari ruang pemanasan pertama, agar energi panas yang terbuang secara cuma-cuma tidak terlalu besar.

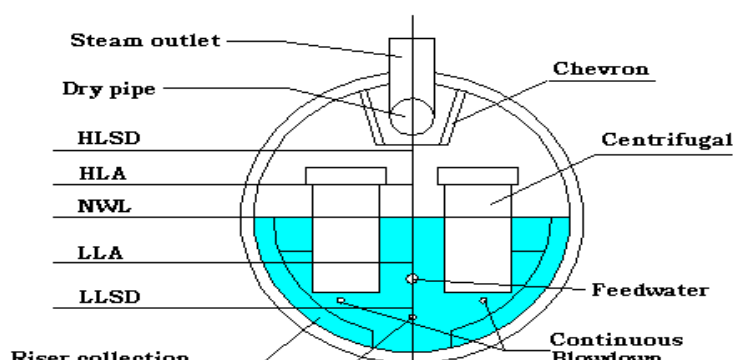


Gambar 2.4. Tungku Pembakaran (MV. INTAN DAYA 368)

Sumber : Kapal MV. INTAN DAYA 368

## 2. Steam Drum

Steam drum berfungsi sebagai tempat penampungan air panas serta tempat terbentuknya uap. Drum ini menampung uap jenuh (saturated steam) beserta air dengan perbandingan antara 50% air dan 50% uap. Untuk menghindari agar air tidak terbawa oleh uap, maka dipasang sekat-sekat, air yang memiliki suhu rendah akan turun ke bawah dan air yang bersuhu tinggi akan naik ke atas dan kemudian menguap.



Gambar 2.5. Steam Drum

Sumber :(*Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998*)

### 3. Superheater

Merupakan tempat pengeringan steam, dikarenakan uap yang berasal dari steam drum masih dalam keadaan basah sehingga belum dapat digunakan. Proses pemanasan lanjutan menggunakan superheater pipe yang dipanaskan dengan suhu  $260^{\circ}\text{C}$  sampai  $350^{\circ}\text{C}$ . Dengan suhu tersebut, uap akan menjadi kering dan dapat digunakan untuk menggerakkan turbin maupun untuk keperluan peralatan lain.



Gambar 2.6. Superheater

Sumber :(*Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998*)

### 4. Air Heater

Komponen ini merupakan alat yang berfungsi untuk memanaskan udara yang digunakan untuk menghembus/meniup bahan bakar agar dapat terbakar sempurna. Udara yang akan dihembuskan, sebelum melewati air heater memiliki suhu yang sama dengan suhu udara normal (suhu luar) yaitu  $38^{\circ}\text{C}$ . Namun, setelah melalui air heater,

suhunya udara tersebut akan meningkat menjadi 230°C sehingga sudah dapat digunakan untuk menghilangkan kandungan air yang terkandung didalamnya karena uap air dapat mengganggu proses pembakaran.

## 5. Manometer

Alat ini untuk menunjukkan dan mengetahui tekanan uap sambungan yang berada dalam sebuah ketel dengan jelas dan tepat, dengan adanya manometer ini pengoperasian *boiler* akan lebih aman.



Gambar.2.7 Manometer

Sumber. MV. INTAN DAYA 368

## 6. Pengatur Pembuangan Gas Bekas

Asap dari ruang pembakaran dihisap oleh blower IDF (Induced Draft Fan) melalui dust collector selanjutnya akan dibuang melalui cerobong asap. Damper pengatur gas asap diatur terlebih dahulu sesuai kebutuhan sebelum IDF dinyalakan, karena semakin besar damper dibuka maka akan semakin besar isapan yang akan terjadi dari dalam tungku.

## 7. Safety Valve (Katup pengaman)

Alat ini berfungsi untuk membuang uap apabila tekanan uap telah melebihi batas yang telah ditentukan. Katup ini terdiri dari dua jenis, yaitu katup pengaman uap

basah dan katup pengaman uap kering. Safety valve ini dapat diatur sesuai dengan aspek maksimum yang telah ditentukan. Pada uap basah biasanya diatur pada tekanan 5 kg per cm kuadrat, sedangkan untuk katup pengaman uap kering diatur pada tekanan 2,5 kg per cm kuadrat.



Gambar 2.8. Safety Valve  
Sumber : MV. INTAN DAYA 368

#### *8. Gelas Penduga (Sight Glass)*

Gelas penduga dipasang pada drum bagian atas yang berfungsi untuk mengetahui ketinggian air di dalam drum. Tujuannya adalah untuk memudahkan pengontrolan ketinggian air dalam ketel selama boiler sedang beroperasi. Gelas penduga ini harus dicuci secara berkala untuk menghindari terjadinya penyumbatan yang membuat level air tidak dapat dibaca.



Gambar.2.9. Gelas Penduga  
Sumber : MV. INTAN DAYA 368

### *9. Pembuangan Air Ketel*

Komponen boiler ini berfungsi untuk membuang air dalam drum bagian atas. Pembuangan air dilakukan bila terdapat zat-zat yang tidak dapat terlarut, contoh sederhananya ialah munculnya busa yang dapat mengganggu pengamatan terhadap gelas penduga. Untuk mengeluarkan air dari dalam drum, digunakan blowdown valve yang terpasang pada drum atas, katup ini bekerja bila jumlah busa sudah melewati batas yang telah ditentukan.

### **10. Burner**

*Burner* adalah suatu alat untuk mencampur bahan bakar dengan udara dan sebagai nozzle untuk mendorong campuran bahan bakar tersebut ke dalam *furnace boiler*, di sisi lain ada pula udara tambahan (biasa disebut *secondary air*) yang disupply untuk memenuhi kebutuhan pembakaran. *Secondary air* dalam debit tertentu tersebut bertemu dengan bahan bakar pada *burner*. Keduanya bercampur dan terdorong menuju ke tengah-tengah *furnace* untuk dibakar.



Gambar 2.10. Burner

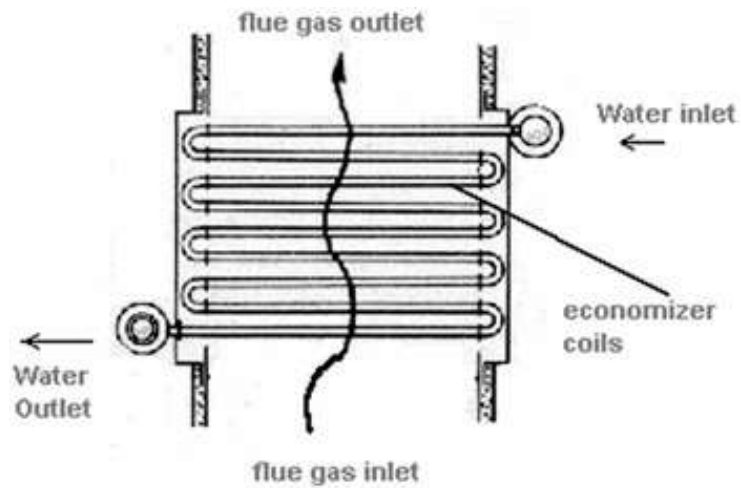
Sumber : MV. INTAN DAYA 368

### *11. Economizer*

Merupakan komponen yang digunakan untuk memanaskan feed water dengan memanfaatkan panas dari gas asap sebelum masuk ke cerobong. Prinsip kerjanya



sama seperti halnya dengan heat exchanger. Economizer akan meningkatkan nilai ekonomis ketel uap. Jenis ekonomiser yang populer adalah ekonomiser “Greans” yang banyak digunakan pada ketel stasioner. Economiser ini terdiri dari sejumlah besar pipa vertikal yang ditempatkan sebagai penambahan gas asap antara ketel dengan cerobong



Gambar 2.11 Economizer

Sumber ::(Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998)