

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

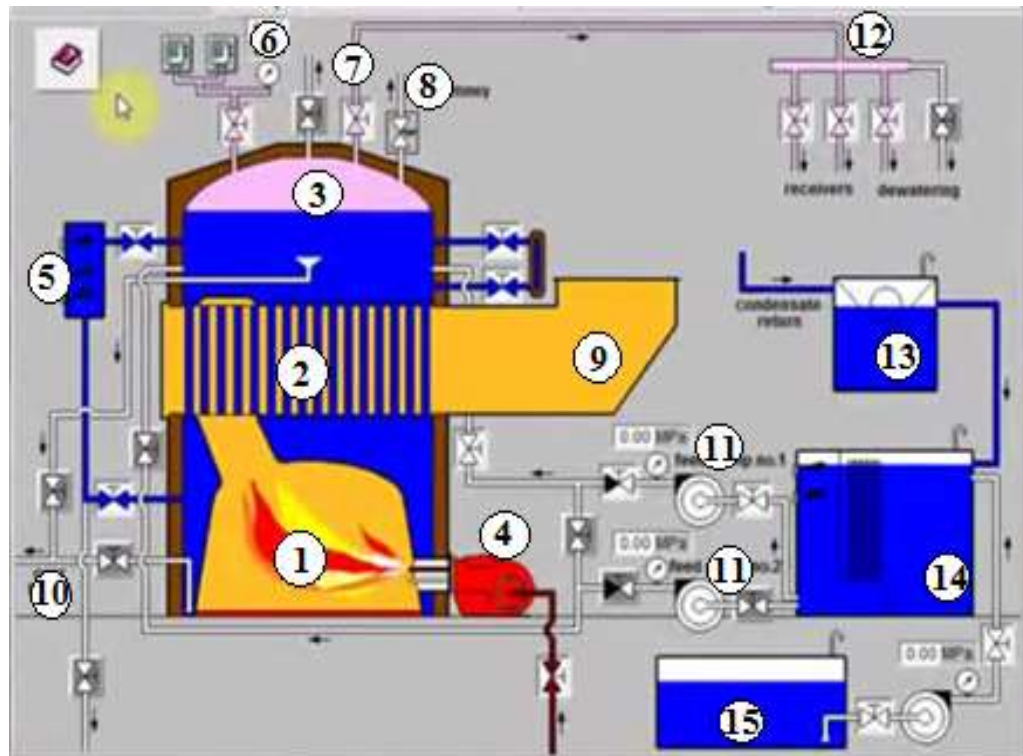
#### 2.1. Tinjauan Pustaka

*Boiler* atau ketel uap merupakan bejana tertutup dimana panas pembakar dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau *steam* berupa energi kerja. Air adalah media yang berguna dan mudah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air panas atau *steam* pada tekanan dan suhu tertentu mempunyai nilai energi yang kemudian digunakan untuk mengalirkan panas dalam bentuk energi kalor ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi *steam*, maka volumenya akan meningkat sekitar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga sistem ketel uap merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik. Energi kalor yang dibangkitkan dalam sistem ketel uap memiliki nilai tekanan, temperatur, dan laju aliran yang menentukan pemanfaatan *steam* yang akan digunakan. Berdasarkan ketiga hal tersebut sistem ketel uap mengenal keadaan tekanan-temperatur rendah (*low pressure*), dan tekanan-temperatur tinggi (*high pressure*), dengan perbedaan itu pemanfaatan *steam* yang keluar dari sistem ketel dimanfaatkan dalam suatu proses untuk memanaskan bahan bakar.

Sebuah ketel uap harus dilengkapi dengan peralatan yang dapat membantu kinerjanya sehingga operasional ketel uap berjalan dengan aman. Ketel uap harus mempunyai persyaratan sebagai berikut:

1. Dapat menghasilkan uap dengan berat tertentu dalam waktu tertentu pula, dan tekanannya lebih besar dari satu atmosfer.
2. Kadar air yang dihasilkan pada uap panas harus sedikit mungkin.
3. Kalau memakai alat pemanas lanjut uap, maka suhu uap pada pemakaian uap yang terakhir tidak berubah terlalu banyak.
4. Uap harus dibentuk dengan jumlah bahan bakar sehemat mungkin.

5. Jika pemakaian uap berubah-ubah, maka tekanan uap tidak boleh berubah banyak. (Djokosetyardjo, M.J.1990)



Gambar 2.1. Ketel Uap Pipa Air

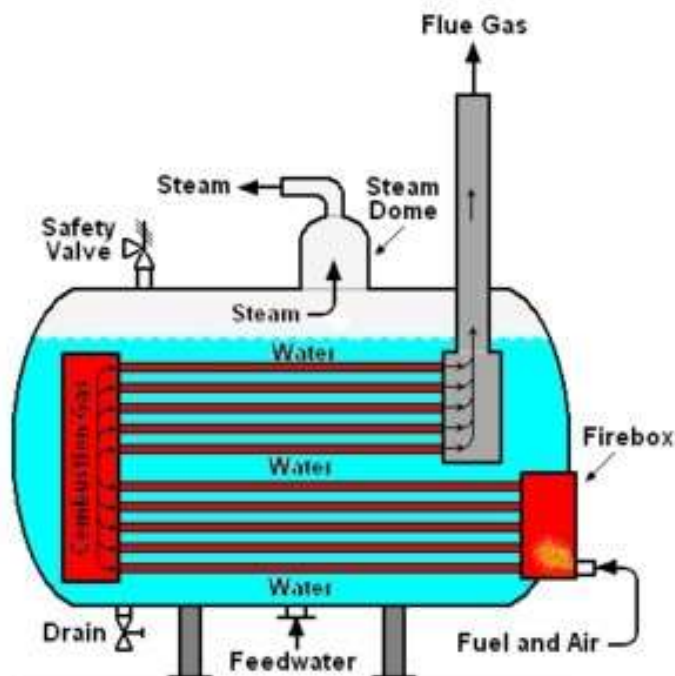
- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| a. Ruang Bakar        | i. Exhaust           |
| b. Pipa Boiler (Tube) | j. Blow Down Valve   |
| c. Ruang Uap          | k. Feed Pump         |
| d. Burner             | l. Distributor Valve |
| e. Gelas Duga         | m. Condensor         |
| f. Manometer          | n. Cascade Tank      |
| g. Main Steam Valve   | o. Fresh Water Tank  |
| h. Safety Valve       |                      |

## 1. Jenis Ketel Uap Dan Prinsip Kerjanya

*boiler* atau ketel uap dapat di bedakan menurut zat-zat yang mengalir kedalam pipa-pipa, yaitu:

### a. Ketel Uap Pipa Api (*Fire Tube Boiler*)

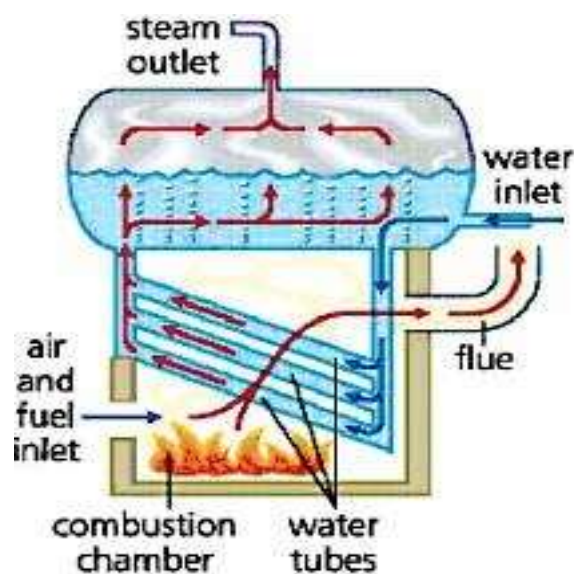
Pada Ketel Uap pipa api gas panas melewati pipa-pipa dan air umpan boiler ada didalam shell untuk dirubah menjadi uap. Boiler pipa api digunakan untuk menghasilkan uap dengan kapasitas kecil sekitar 12 ton/jam dengan tekanan uap rendah sampai sedang (s.d 18 Kg/cm<sup>2</sup>F = atau sekitar 250 psi). Pada Ketel Uap jenis ini nyala api dan gas panas diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar untuk mentransfer panasnya. Gas panas dilewatkan melalui pipa-pipa disekitar dinding luar yang dikelilingi oleh air atau uap yang telah terbentuk.(Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998)



Gambar 2.2. Ketel Uap Pipa Api (*Fire Tube Boiler*)(Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998)

b. Ketel Uap pipa air (*Water Tube Boiler*)

Ketel Uap pipa air (*Water Tube Boiler*) adalah Ketel Uap yang biasanya menghasilkan uap dengan tekanan dan kapasitas yang besar. Ketel Uap jenis ini biasanya mempunyai tekanan kerja di atas 18 Kg/cm<sup>2</sup> atau sekitar 250 psi dan kapasitas di atas 12 Ton/Jam. Ketel Uap jenis ini adalah Ketel Uap yang peredaran airnya terjadi di dalam pipa-pipa yang dikelilingi oleh nyala api dan gas panas dari luar susunan pipa. Konstruksi pipa-pipa yang dipasang di dalam Ketel Uap dapat berbentuk lurus (*Straight Tube*) dan juga dapat berbentuk pengkolan/pipa bengkok (*Bend Tube*) tergantung dari jenis Ketelnya. Pipa-pipa yang lurus dipasang secara paralel di dalam Ketel Uap dihubungkan dengan *Header*, kemudian *Header* tersebut dihubungkan dengan bejana uap yang dipasang secara horizontal di atas susunan pipa. (Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998)



Gambar 2.3 Ketel uap Pipa Air (*Water Tube Boiler*) (Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998)

## 2. Komponen Utama Boiler

### a. Tungku Pembakaran (*Furnance*)

*Furnance* adalah tempat pembakaran bahan bakar yang nantinya akan menghasilkan panas yang akan ditransfer melalui pipa-pipa air ketel yang menempel pada dinding tungku pembakaran yang berguna untuk menerima panas yang dihasilkan dari proses pembakaran. Ada tiga proses perpindahan panas yang dihasilkan ketel uap yaitu melalui pancaran panas pada dinding ketel uap (Radiasi), hantaran (Konduksi), dan melalui singgungan terhadap yang panasnya akan menyeluruh kebagian air. *Furnance* sendiri terbagi menjadi dua ruang, yang pertama adalah ruang yang menerima langsung panas yang dihasilkan. Sedangkan ruang kedua yang berada diatas menerima uap panas yang dihasilkan dari pembakaran ruang pertama.



Gambar 2.4. Tungku Pembakaran (MV. Sinar Papua)

### b. Pipa Boiler (*Tube*)

Boiler berskala besar dibentuk oleh pipa-pipa (*tubing*) berukuran antara 25 mm hingga 100 mm. Pipa-pipa ini memiliki desain material dan bentuk khusus yang harus tahan terhadap perbedaan temperatur ekstrim antara ruang bakar dengan air / uap

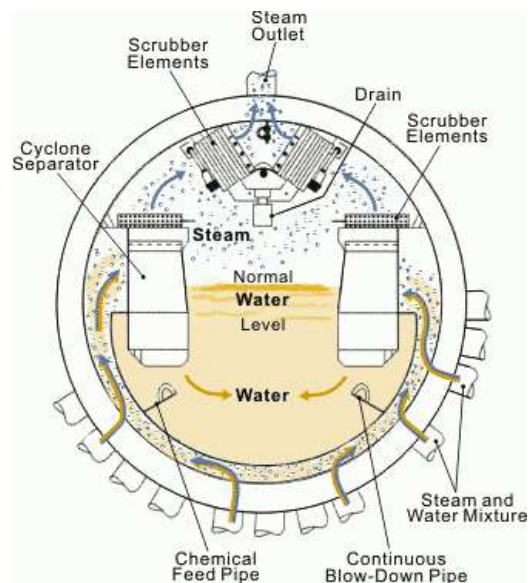
air yang mengalir di dalamnya. Selain itu material pipa haruslah bersifat konduktor panas yang baik, sehingga perpindahan panas (*heat transfer*) dari proses pembakaran ke air / uap air bisa efektif.



Gambar 2.5.Pipa Boiler (MV. Sinar Papua)

c. *Steam Drum*

*Steam Drum* pada ketel berfungsi sebagai reservoir campuran air dan uap air, dan juga berfungsi untuk memisahkan uap air dengan air pada proses pembentukan uap superheater.



Gambar 2.6.*Steam Drum* (Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998)

d. *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.



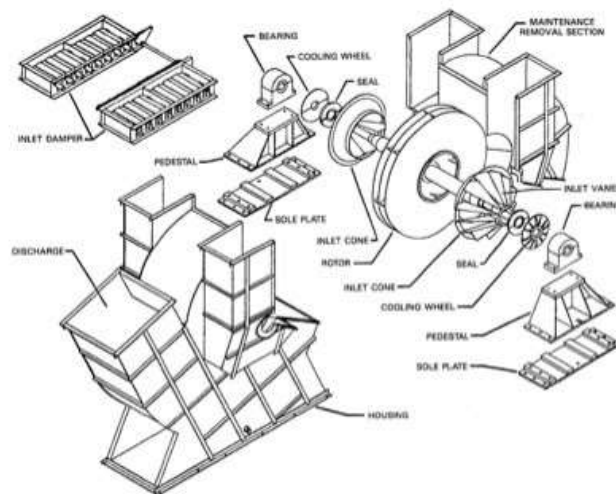
Gambar 2.7. *Burner* (MV. Sinar Papua)

e. *Fan System*

Untuk men-*supply* udara yang digunakan pada proses pembakaran, ketel membutuhkan kerja beberapa jenis kipas dengan fungsi masing-masing. Dan berikut adalah sistem-sistem yang berhubungan dengan *supply* udara untuk proses pembakaran pada boiler *Primary Air Fan*. Kipas ini berfungsi untuk men-*supply* udara



bertekanan yang akan digunakan untuk membawa bahan bakar menuju ke boiler. Parameter terkontrol pada *primary air* adalah besar tekanan kerjanya, sehingga kipas yang digunakan adalah yang bertipe kipas sentrifugal. Kipas sentrifugal dikenal dapat menghasilkan tekanan udara keluaran yang lebih tinggi daripada kipas aksial namun dengan debit aliran yang cukup tinggi pula. (Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998)



Gambar 2.8. Fan System (Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998)

### 3. Appedansinya / Perlengkapannya

Telah kita ketahui bahwa *boiler* harus di lengkapi dengan appedansi dan beberapa peralatan agar *boiler* dapat berjalan lancar dan untuk menjamin keamanan *boiler*. Menurut hukum uap maka yang termasuk dalam appedansi adalah:



a. Yang berhubungan dengan ruang uap

1) Katub Keamanan

Katub ini mempunyai fungsi untuk mencegah agar tekanan di dalam *boiler* tidak melebihi dari tekanan kerja yang ditentukan menurut peraturan.



Gambar 2.9. Katub Keamanan(MV. Sinar Papua)

2) Katub Utama

Katub yang dipakai untuk mengatur pemberian uap untuk pemanasan bahan bakar, sedangkan katub bantu dipergunakan untuk mengatur aliran ke pesawat-pesawat bantu. Katub harus dipasang sedekat mungkin dengan *boiler* dan katub harus dapat di buka dan ditutup dengan baik dan lancar.



Gambar 2.10. Katup Utama (MV. Sinar Papua)

### 3) 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. (Firman Ferdiansyah, ST, perawatan ketel uap 1998)



Gambar 2.11. Manometer (MV. Sinar Papua)

b. Yang berhubungan dengan ruang air.

1) Katub pengisian *boiler*

Fungsi katub ini adalah untuk mengatur jumlah air pengisian yang masuk ke dalam boiler dan mencegah air boiler tidak kembali ke saluran pengisian.



Gambar 2.12. Katub Pengisian Boiler(MV. Sinar Papua)

2) Kran Blow Down.

Adalah untuk mengeluarkan sebagian atau seluruhnya air boiler untuk membuang kotoran yang mengendap di bagian bawah boiler.



Gambar 2.13. Kran Blow Down (MV. Sinar Papua)

### 3) Gelas Penduga

Adalah sebagai pengontrol air yang ada di dalam boiler.



Gambar 2.14. Gelas Penduga (MT. PARNA BERLIAN 2)