

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENGERTIAN KETEL BANTU

Ketel (*Boiler*) Bantu merupakan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau *steam* berupa energi kerja. Air adalah media yang berguna dan murah 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 *boiler* merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

Energi kalor yang dibangkitkan dalam sistem *boiler* memiliki nilai tekanan, temperatur, dan laju aliran yang menentukan pemanfaatan *steam* yang akan digunakan. Berdasarkan ketiga hal tersebut sistem boiler mengenal keadaan tekanan-temperatur rendah (*low pressure/LP*), dan tekanan-temperatur tinggi (*high pressure/HP*), dengan perbedaan itu pemanfaatan *steam* yang keluar dari sistem *boiler* dimanfaatkan dalam suatu proses untuk memanaskan cairan dan menjalankan suatu mesin (*commercial and industrial boilers*), atau membangkitkan energi listrik dengan merubah energi kalor menjadi energi mekanik kemudian memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik (*power boilers*).

Pengoperasian dan pemeliharaan yang baik akan bisa meningkatkan efisiensi boiler secara signifikan apabila dilakukan secara rutin dan sesuai dengan aturan maupun prosedur yang berlaku. Perawatan dan pemeliharaan yang terjadwal dengan baik dapat meminimalisasi gangguan dan kerusakan serta dapat meningkatkan kinerja dari boiler.

Sistem *boiler* terdiri dari sistem air umpan, sistem *steam*, dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan *steam*. Berbagai kran disediakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan dari sistem air umpan, penanganan air umpan diperlukan sebagai bentuk pemeliharaan untuk mencegah terjadi kerusakan dari sistem *steam*. Sistem *steam* mengumpulkan dan mengontrol produksi *steam* dalam *boiler*. *Steam* dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik pengguna. Pada keseluruhan sistem, tekanan *steam* diatur menggunakan kran dan dipantau dengan alat pemantau tekanan. Sistem bahan bakar adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang diperlukan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem.

2.2 KLASIFIKASI KETEL BANTU

Ketel Bantu/Boiler pada dasarnya terdiri dari bumbung (*drum*) yang tertutup pada ujung pangkalnya dan dalam perkembangannya dilengkapi dengan pipa api maupun pipa air. Banyak orang mengklasifikasikan ketel uap tergantung kepada sudut pandang masing-masing. *Boiler* pada prinsipnya dibagi menjadi 2 yaitu Boiler pipa api (*Fire Tube Boiler*) dan *Boiler* pipa air (*Water Tube Boiler*).

Dalam laporan ini ketel uap diklasifikasikan dalam kelas yaitu:

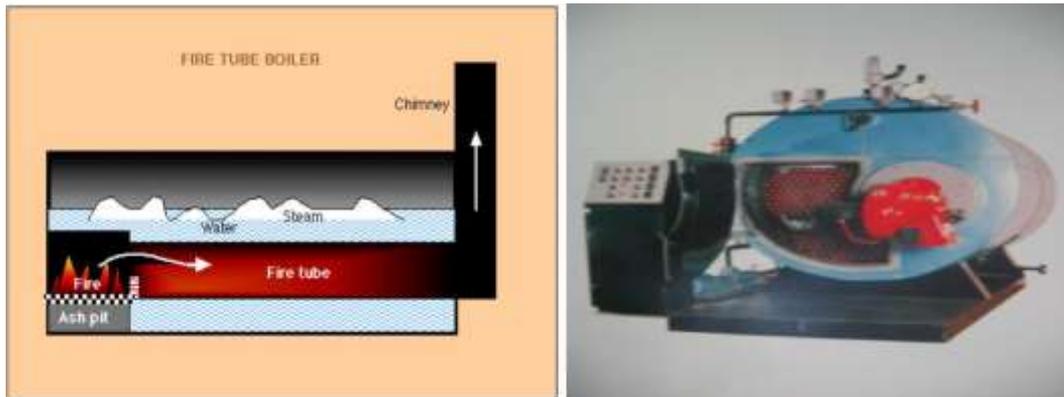
1. Berdasarkan fluida yang mengalir dalam pipa, maka ketel diklasifikasikan sebagai:

- a. Ketel pipa api (*fire tube boiler*)

Pada ketel pipa api, fluida yang mengalir dalam pipa adalah gas nyala (hasil pembakaran), yang membawa energi panas (*thermal energy*), yang segera mentransfernya ke air ketel melalui bidang pemanas.

Tujuan pipa-pipa api ini adalah untuk memudahkan distribusi panas (kalor) kepada air ketel.

Api/gas asap mengalir dalam pipa sedangkan air/uap diluar pipa Drum berfungsi untuk tempat air dan uap, disamping itu drum juga sebagai tempat bidang pemanas. Bidang pemanas terletak di dalam drum, sehingga luas bidang pemanas yang dapat dibuat terbatas.

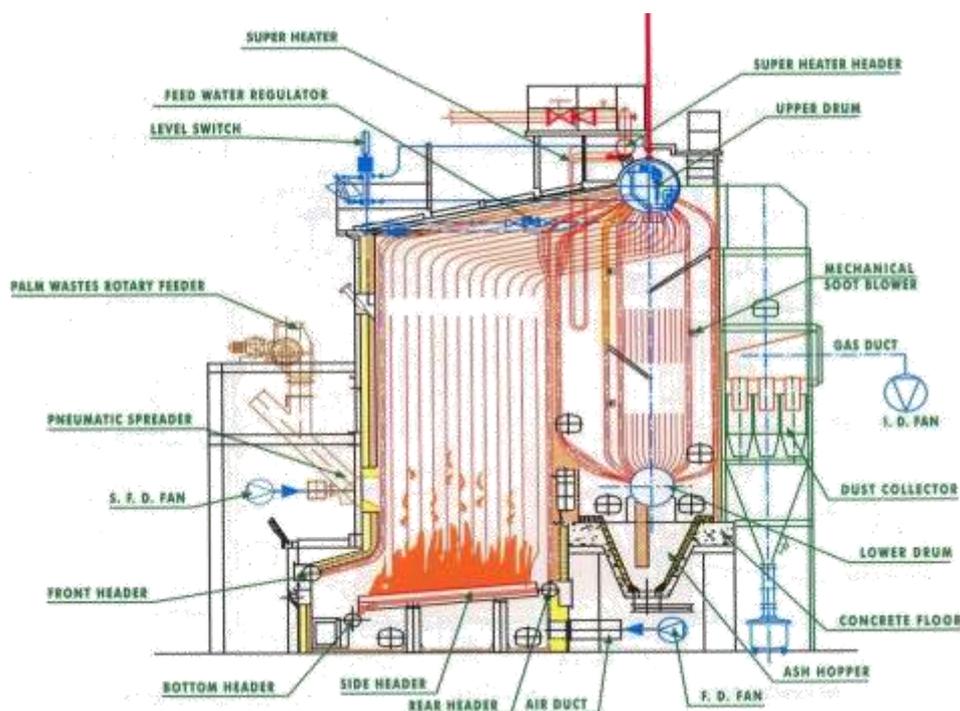


Gambar 2.1. Diagram sederhana *fire tube boiler*

b. Ketel pipa air (*water tube boiler*)

Pada ketel pipa air, fluida yang mengalir dalam pipa adalah air, energi panas ditransfer dari luar pipa (yaitu ruang dapur) ke air ketel.

Pada boiler pipa air, air berada di dalam pipa sedangkan gas panas berada diluar pipa. Boiler pipa air ini dapat beroperasi pada tekanan yang sangat tinggi yaitu hingga lebih dari 100 Bar. Boiler pipa air memiliki karakteristik menghasilkan kapasitas dan tekanan steam yang tinggi. Berdasarkan jenis ketelnya, konstruksi yang dipasang dalam ketel dapat lurus dan melengkung. Secara parallel dipasang pipa-pipa yang lurus di dalam ketel dihubungkan dengan 2 buah header. Secara horizontal diatas susunan pipa dipasang header yang dihubungkan dengan drum uap. Susunan kedua header memiliki kecondongan tertentu yang bertujuan dapat mengatur sirkulasi uap dalam ketel.



Gambar 2.2. *Water tube boiler*

Cara kerja Ketel Pipa Air:

Proses pengapian terjadi diluar pipa. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memanaskan pipa yang berisi air. Steam yang dihasilkan kemudian dikumpulkan terlebih dahulu didalam sebuah steam drum sampai sesuai lalu dilepaskan ke pipa utama distribusi.

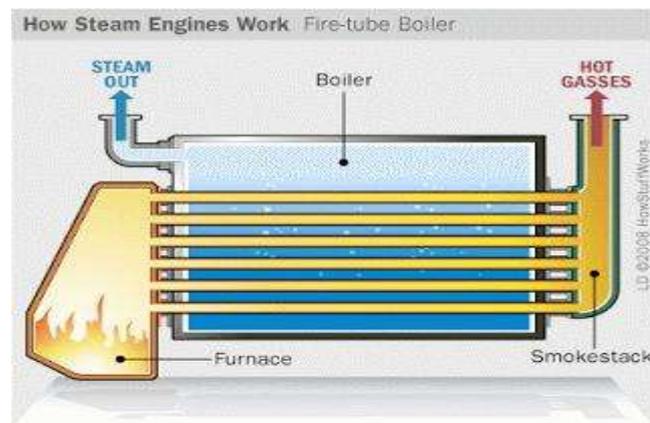
Energi listrik (Energi kalor yang dibangkitkan dalam sistem *boiler* memiliki nilai tekanan, temperatur, dan laju aliran yang menentukan pemanfaatan *steam* yang akan digunakan. Berdasarkan ketiga hal tersebut sistem boiler mengenal keadaan tekanan-temperatur rendah (*low pressure/LP*), dan tekanan-temperatur tinggi (*high pressure/HP*), dengan perbedaan itu pemanfaatan *steam* yang keluar dari sistem *boiler* dimanfaatkan dalam suatu proses untuk memanaskan cairan dan menjalankan suatu mesin (*commercial and industrial boilers*), atau membangkitkan energi listrik dengan merubah energi kalor menjadi energi mekanik kemudian memutar generator sehingga menghasilkan *power boilers*).

2. Karakteristik:

- a. Tingkat efisiensi panas yang dihasilkan cukup tinggi.
- b. Kurang toleran terhadap kualitas air yang dihasilkan dari plant pengolahan air. Sehingga air harus dikondisikan terhadap mineral dan kandungan lain yang larut dalam air.
- c. Boiler ini digunakan untuk kebutuhan tekanan *steam* yang sangat tinggi seperti pada pembangkit tenaga.
- d. Menggunakan bahan bakar minyak, dan gas untuk *water tube boiler* yang dirakit dari pabrik.
- e. Menggunakan bahan bakar padat untuk *water tube boiler* yang tidak dirakit di pabrik.

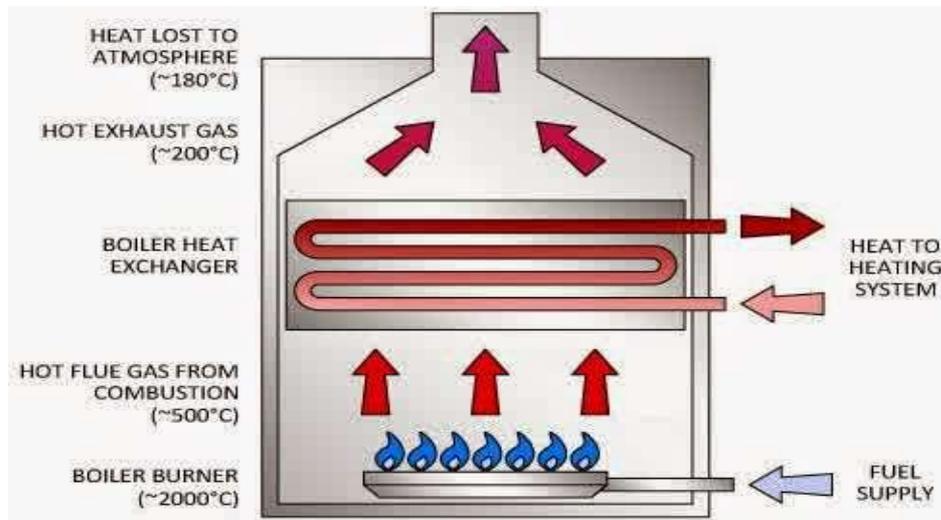
3. Berdasarkan letak dapur (*furnace position*), ketel uap diklasifikasikan sebagai:

- a. Ketel dengan pembakaran di dalam (*internally fired steam boiler*), dalam hal ini dapur berada (pembakaran terjadi) di bagian dalam ketel. Kebanyakan ketel pipa api memakai sistem ini.



Gambar 2.3. Ketel pembakaran di dalam

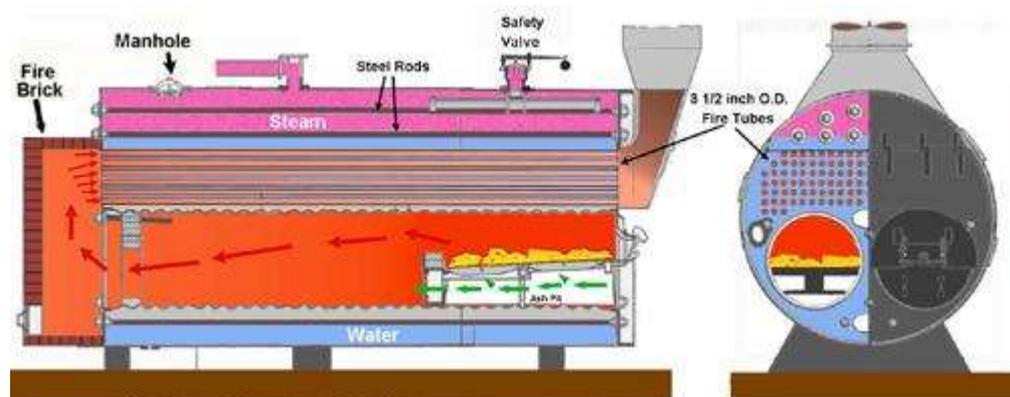
- b. Ketel dengan pembakaran di luar (*outernally fired steam boiler*), dalam hal ini dapur berada (pembakaran terjadi) di bagian luar ketel, kebanyakan ketel pipa air memakai sistem ini.



Gambar 2.4. Ketel pembakaran di luar

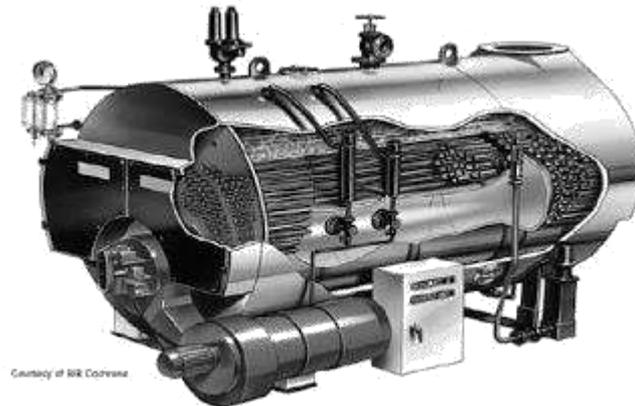
4. Berdasarkan jumlah lorong (*boiler tube*), ketel ini diklasifikasikan sebagai:
- Ketel dengan lorong tunggal (*single tube steam boiler*).
 - Ketel dengan lorong ganda (*multi tube steam boiler*).

Pada *single tube steam boiler*, hanya terdapat satu lorong saja, apakah itu lorong api atau saluran air saja. *Cornish boiler* adalah *single fire tube boiler* dan *simple vertikal boiler* adalah *single water tube steam boiler*.



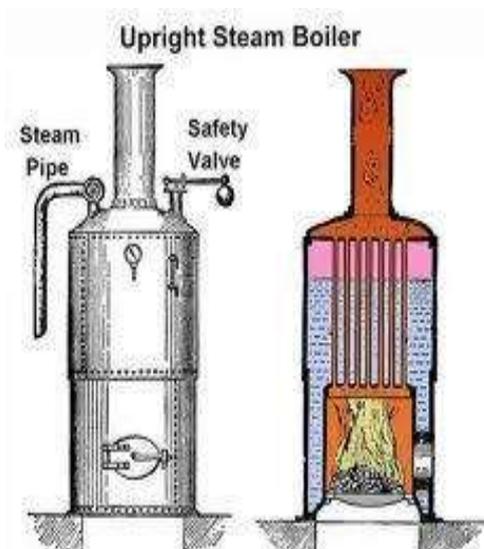
Gambar 2.5. *Single tube steam boiler*

Multi fire tube boiler misalnya ketel scotch dan *multi water tube boiler* misalnya ketel B dan W dan lain-lain.



Gambar 2.6. *Multi fire tube boiler*

5. Tergantung kepada poros tutup drum (*shell*), ketel diklasifikasikan sebagai:
 - a. Ketel tegak (*vertical steam boiler*), seperti ketel cochran, ketel clarkson dan lain-lain sepertinya.



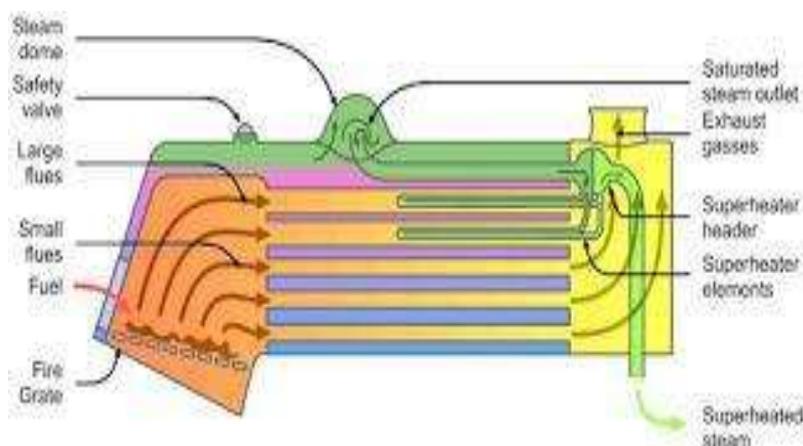
Gambar 2.7. Ketel tegak (*vertical steam boiler*)

- b. Ketel mendatar (*horizontal steam boiler*), seperti ketel cornish, lancashire, scotch dan lain-lain.



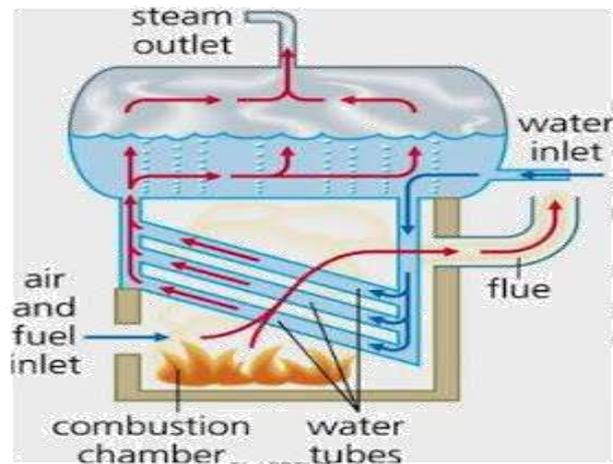
Gambar 2.8. Ketel mendatar (*horizontal steam boiler*)

6. Menurut bentuk dan letak pipa, ketel uap diklasifikasikan sebagai:
- Ketel dengan pipa lurus, bengkok, dan berlekak-lekuk (*straight, bent and sinuous tubuler heating surface*).



Gambar 2.9. Ketel dengan pipa lurus, bengkok, dan berlekak-lekuk (*straight, bent and sinuous tubuler heating surface*).

- Ketel dengan pipa miring-datar dan miring-tegak (*horizontal, inclined or vertical tubuler heating surface*).



Gambar 2.10. Boiler Pipa Air

2.3 BAGIAN-BAGIAN BOILER

Pada garis besarnya *water tube boiler* terdiri dari:

1. Ruang Bakar (*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.

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.

3. Pipa-pipa Air

Pipa-pipa air berfungsi sebagai tempat pemanasan air ketel yang dibuat sebanyak mungkin, sehingga penyerapan panas lebih merata dengan efisiensi tinggi.

4. Main Burner

Main Burner berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar minyak yang dibantu oleh tekanan udara yang diberikan oleh blower dan dibantu oleh elektroda supaya terjadi pembakaran di ruang bakar.

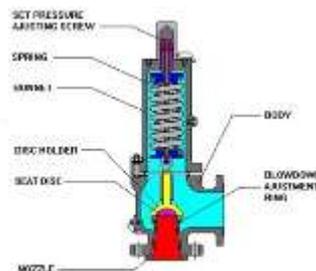


Gambar 2.11. Main Burner

2.4 BAGIAN PENGAMAN BOILER MELIPUTI:

1. Safety Valve (Katup pengaman)

Safety valve berfungsi untuk membuang uap, apabila tekanan uap telah melebihi batas yang telah ditentukan.



Gambar 2.12. *Safety Valve*

2. Gelas Penduga (Sight Glass)

Gelas penduga dipasang pada drum bagian atas yang berfungsi untuk mengetahui ketinggian air di dalam drum.



Gambar 2.13. Gelas Penduga

3. Manometer

Manometer ini berfungsi untuk mengetahui / mengukur tekanan uap dari drum.



Gambar 2.14. Manometer