

DASAR PROCESS PEMBENTUKAN STEAM

Untuk merubah air yang berbentuk phase cair ke steam (phase uap), energi panas ditambahkan untuk awalnya menaikkan temperatur disebut sebagai “**sensible heat**” titik didih air pada tekanan atmosphere adalah 100 °C (212 °F) dan akan naik bila tekanan pada system dinaikan.

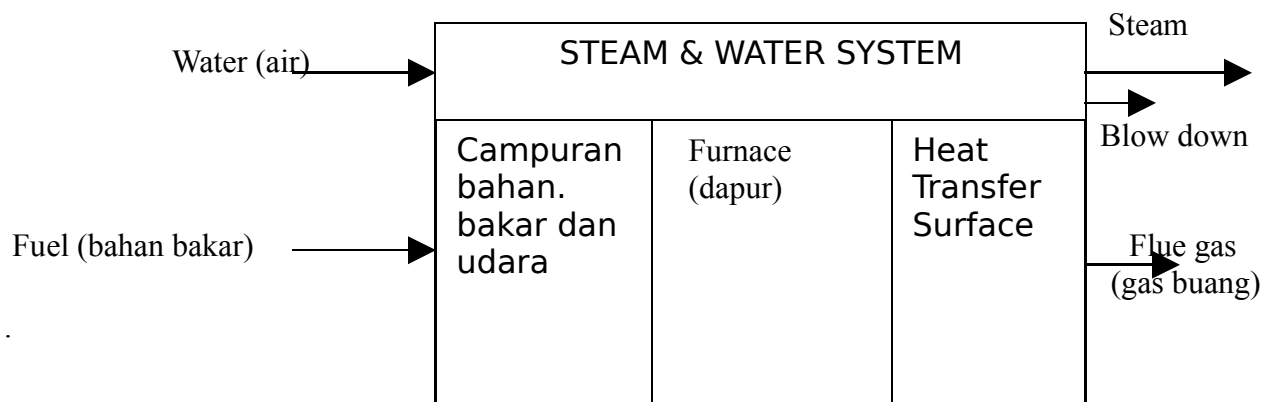
Ketika perubahan air (liquid) menjadi steam (uap) mulai berjalan, temperaturnya tidak berubah lagi dengan penambahan panas. Fluida memperlihatkan hubungan antara tekanan dan temperature jenuh sewaktu perubahan dari air ke steam. Energi panas yang diberikan untuk merubah dari phasa cair ke uap dengan temperature tetap disebut “**latent heat**” dari penguapan. Steam yang sepenuhnya menguap tapi belum dipanaskan sampai pada temperature diatas temperature jenuhnya disebut sebagai “**dry saturated steam**”. Steam yang belum sepenuhnya di uapkan disebut “wet steam”. Persen beratnya dari titik air (water droplet) didalam wet steam diketahui sebagai % moisture. Persen kualitas dari wet steam didapat dengan mengurangkan % moisture dari 100 %

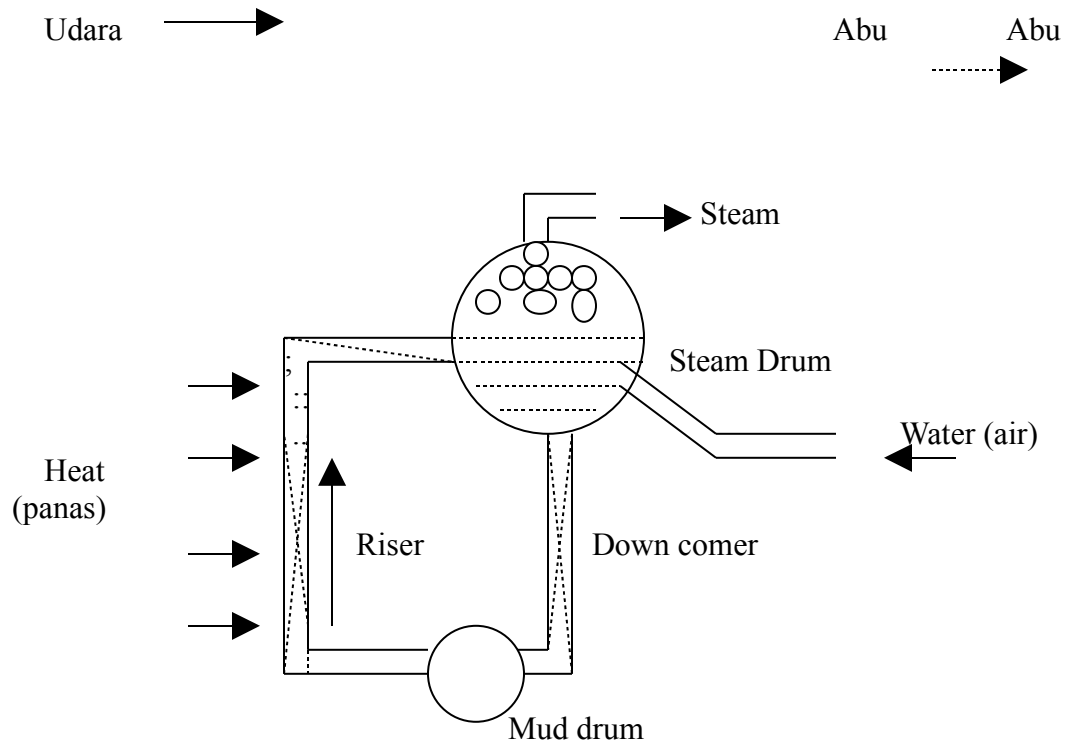
Jumlah total panas dalam sejumlah “dry saturated steam” termasuk sejumlah sensible heat diatas 0 °C (32 °C) dan “latent heat” penguapan. Umumnya bila tekanan “dry saturated steam” naik maka besarnya sensible heat juga naik dan besarnya latent heat turun.

DASAR STEAM BOILER

Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa suatu boiler terdiri atas dua system yang terpisah. Satu system adalah **steam water system** yang biasa disebut sebagai **sisi air dari boiler**, pada system tersebut air dimasukan, selanjutnya memperoleh panas yang dikirim melalui suatu logam padat penghalang dipanaskan, berubah menjadi steam dan meninggalkan system dalam bentuk steam.

System yang lain adalah **Fuel – Air – Flue gas (bahan bakar – udara – gas buang)** yang biasa disebut **Fire side of Boiler** (sisi pembakaran dari boiler) Sisi ini menyediakan panas yang dikirim ke air. Input untuk ini adalah Fuel (bahan bakar) dan udara yang diperlukan untuk membakar bahan bakar. Pada system ini bahan bakar dan udara dicampur, dinyalakan dalam dapur. Hasilnya pembakaran yang merubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energy panas. Dapur biasanya berdinding dengan permukaan pemindah panas dalam bentuk “water – Steam circulating tubes (pipa yang berisi air steam yang bersirkulasi) Tube/pipa – pipa ini menerima panas radiasi dari flame (lidah api) selanjutnya panas yang diterima oleh dinding pipa dipindahkan “water side system” (sisi air). Gas yang dihasilkan dari pembakaran disebut sebagai Flue gas(gas buang). Gas buang ini meninggalkan furnace (dapur) melalui suatu alat tambahan misalnya super heater ataupun ekonomiser, (di Tripolyta tidak ada) disini hanya perpindahan panas konveksi.





STEAM BOILER

Fungsi merubah air menjadi uap, dimana uap digunakan sebagai media dasar pemindahan tenaga (misalnya sebagai media pemindah panas pada reboiler atau heater, vaporizer, pemindah energi pada mesin uap)

Penyempurnaan design sudah sangat banyak dilakukan sehubungan efisiensi dari alat-alat pembantu. Menaikan penggunaan “waste heat” (panas sisa) atau mengembalikan steam condensate (uap yang sudah berubah bentuk kembali menjadi air).

Menurut tekanan operasinya Boiler terbagi atas tiga bentuk :

1. Low pressure Boiler : beroperasi pada tekanan dibawah 100 psig
2. Medium Pressure Boiler : beroperasi pada tekanan 100 – 600 psig
3. High Pressure Boiler : beroperasi pada tekanan lebih besar dari 600 psig.

Kemudian bisa dibagi dua menurut tipenya:

1. Water tube : airnya mengalir pada tube dan pemanas ada diluar tube
2. Fire tube : Pemanas mengalir pada tube dan airnya berada diluar tube

Karena di PT. Tripolyta, kita memakai Boiler yang diklasifikasikan sebagai “High Pressure Boiler” dan tipenya adalah “Water tube”, dimana sudah menjadi kewajiban untuk menggunakan air Demin (Demin water) untuk bahan boiler waternya sehubungan kualitasnya yang memang diperlukan .

DEAERATOR (alatnya disebut sebagai Deaerator)

Fungsi dari alat ini ialah untuk menghilangkan gas-gas yang terlarut dan memanaskan air dengan kontak langsung antara steam tekanan rendah dan air. Pada suatu tekanan tertentu, kelarutan turun bila temperaturnya naik dengan memasukan steam maka oxygen akan terusir keluar lewat venting.

Sering sekali inlet air yang terdiri dari Demin Water dan Steam Condensate masuk pada satu Nozzle di Daerator apabila pencampuran terjadi diluar Deaerator, localized flushing sering kali menyebabkan korosi pada pipa tersebut. Pemanasan Demin make up (yang mengandung Oxigen) dengan condensate juga bisa mengakibatkan korosi pada daerah pencampuran. Dengan demikian umumnya yang paling baik adalah air masuk ke Deaerator dengan cara terpisah nozzelnya antara Condesate panas dan Demin Water.

SYSTEM BLOW DOWN

Pengertian Blow down adalah pembuangan sejumlah kecil boiler water (air boiler) dengan maksud untuk menjaga tingkat maximum dari padatan terlarut dan terendap pada tingkat yang diizinkan.

Pada teknologi boiler siklus konsentrasi berhubungan dengan penambahan “make up water” ataupun feed water yang dikonsentrasikan dalam Boiler. Sebagai contoh bila air dengan kandungan padatan terlarut 100 ppm kemudian diuapkan 50 % dari air tersebut maka konsentrasi dari padatan menjadi 200 ppm.

Ini bisa ditulis secara matematik

$$\text{Kg blow down} = \frac{\text{kg make up water}}{\text{Cycle feed water}}$$

Blow down terbagi atas 2 (dua) jenis :

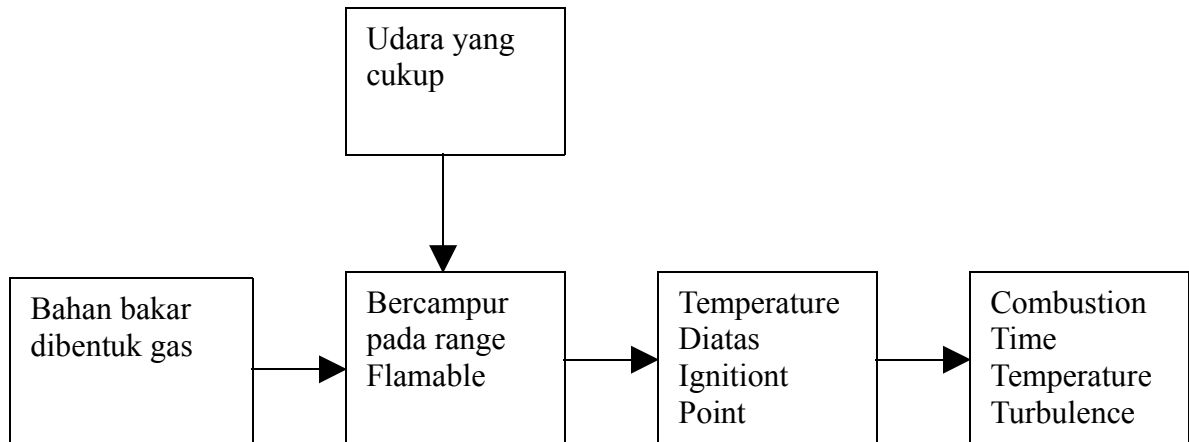
1. Continuous Blow Down : yang dipasang dekat dengan level permukaan air pada steam drum, dimaksudkan untuk menjaga tingkat padatan pada Steam drum, dilakukan secara terus menerus.
2. Intermitten Blow down dipasang pada bagian bawah (di kita dipasang pada Mud Drum) dimaksudkan untuk menghilangkan padatan yang mengendap.

Continuous Blow down adalah cara paling ekonomis dan konsisten untuk mengontrol Total Dissolved Solid (TDS)

Steam Boiler Tripolyta terdiri dari dua unit yang kapasitasnya masing-masing 16 T/H beroperasi pada tekanan 42 kg/cm²G Produknya ada Steam Saturated (uap jenuh) yang artinya temperaturnya adalah titik didih dari air tersebut pada tekanan 41 kg/cm² yaitu pada ...254.....°C

PHYSICAL COMBUSTION REQUIREMENT

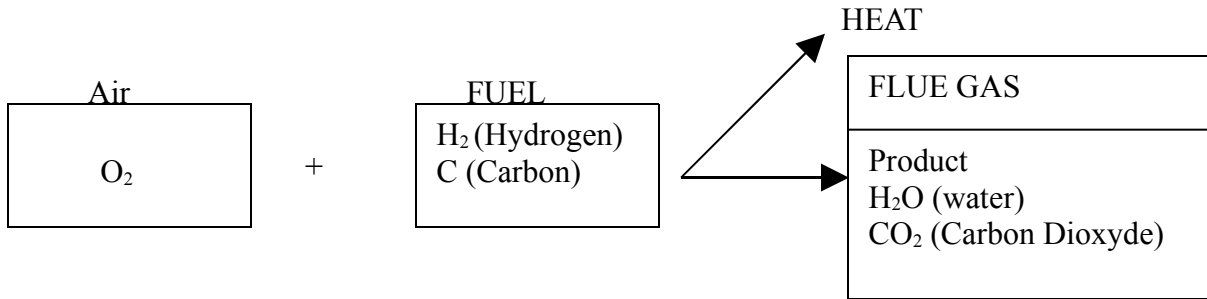
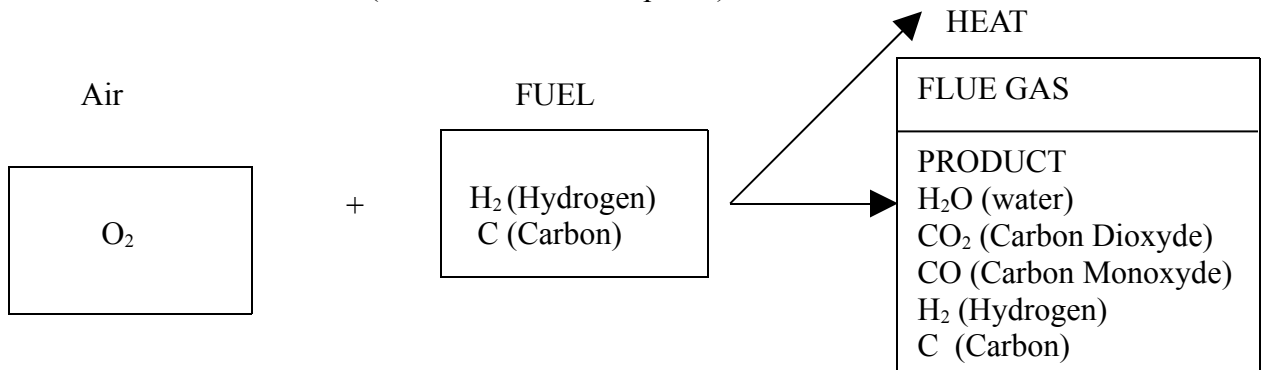
Combustion adalah oxydasi dari suatu campuran bahan bakar dan udara. Syarat pembakaran akan berlangsung secara sempurna bila Time, temperature dan Turbulence diketahui sebagai TRIPEL T dari Combustion (pembakaran), Periode waktu (time), Temperature tinggi.



Turbulensi lidah api yang tinggi menunjukkan pembakaran yang cepat. Turbulensi adalah merupakan suatu kunci karena bahan bakar dan udara harus bercampur sepenuhnya bila bahan bakar harus terbakar secara sempurna. Bila bahan bakar dan udara bercampur dengan baik dan seluruh bahan bakar terbakar, temperature lidah api akan menjadi tinggi dan waktu pembakaran akan lebih pendek. Apabila pencampuran bahan bakar dan udara tidak sempurna maka, pembakaran menjadi tak sempurna, temperature lidah api lebih rendah dan bahan bakar memerlukan waktu yang lebih lama untuk terbakar.

Turbulensi yang kurang dan pembakaran yang lebih lama bagaimanapun untuk membuat Nitrous Oxyde (Nox). Pada beberapa kasus pembakaran tertunda secara disengaja untuk memperoleh Nitrous Oxyde atau untuk mendapatkan karakteristik flame yang diinginkan.

Bahan bakar harus “di – gas – kan (untuk bahan bakar Gas seperti Methan, Ethan dsb, sudah memenuhi syarat kerana material tsb phasanya gas). Tetapi untuk bahan bakar Fuel Oil harus “diatomise” sehingga dengan temperature yang ada dapat berubah menjadi gas (contoh kehidupan sehari-hari dikampung yang masih menggunakan kayu bakar; ia akan memotong kayu bakar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, artinya luas permukaan dari kayu bakar diperbesar sehingga pencampuran dengan udara akan lebih baik)

Complete Combustion (pembakaran sempurna)**INCOMPLETE COMBUSTION (Pembakaran tak sempurna)****EXCESS AIR**

Pada prakteknya pembakaran gas, oil maupun batu bara tidak terjadi secara sempurna walaupun pencampuran udara dan bahan bakar pada kondisi paling baik yang dapat dicapai dengan turbulency. Pencampuran bias menjadi makan waktu dengan demikian gas-gas melalui suatu tempat yang temperaturnya lebih rendah sehingga tidak cukup untuk menyempurnakan pembakaran sebelum processnya selesai.

Jika hanya sejumlah teoritis udara dipakai, beberapa bagian dari bahan bakar tak terbakar, artinya pembakaran kurang sempurna sehingga panas yang akan diperoleh bahan bakar yang tak terbakar hilang.

Agar pembakaran lebih sempurna maka ditambahkan udara secara sedikit dilebihkan.

Penambahan excess air yang terlalu berlebih juga tidak bagus untuk pembakaran karena akan menurunkan temperatur flame (lidah api) sehingga perpindahan panas pada boiler menjadi tidak efektif.

Bila excess O₂ (oxygen) dalam flue gas diketahui atau dapat diukur dan table dan kurfa tidak tersedia, berikut adalah formula empiris (sangat sederhana dengan “dry basis”, perhitungan yang didasarkan pada “Wet basis lebih complex)

$$\text{Excess Air (\%)} = K \left(\frac{21}{21 - \% \text{O}_2} - 1 \right) 100$$

dimana k = 0.9 untuk gas
 0.94 untuk Oil
 0.97 untuk batu bara

Excess Air dibutuhkan pada kapasitas penuh

Fuel	% O ₂ pada Flue gas	% Excess Air minimum
Natural	1.5 – 3	7 – 15
Fuel Oil	0.6 - 3	3 - 15
Batu bara	4 - 6.5	25 - 40

BOILER WATER TREATMENT (Pengolahan air boiler)

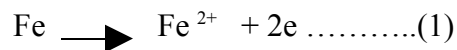
Boiler feed water, dengan tidak mengindahkan jenis dan luasnya pengolahan diluar air tersebut bisa mengandung contaminant-contaminant yang menyebabkan pengendapan, korosi dan carry over.

Pengendapan secara langsung berkaitan dengan menurunnya efektifitas perpindahan panas yang akan menyebabkan penggunaan bahan bakar yang boros, metal bersuhu tinggi bahkan bisa mengakibatkan kerusakan. Pengendapan juga merupakan masalah yang paling serius pada Boiler, bisa juga menyebabkan masalah-masalah pada system sebelum dan sesudah Boiler.

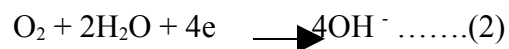
Korosi (pengkaratan) tidak hanya menyebabkan gangguan pada daerah yang kena karat, tapi juga ia menghasilkan kontaminan oxyda logam yang pada tingkat yang serius bisa timbul ditempat lainnya. Karena semuanya berkaitan dengan pengolahan air, bila terjadi pembentukan pengendapan (deposit) dan korosi maka harus dikoreksi dan dicegah agar hasil yang memuaskan tercapai.

OXYGEN SCAVENGER

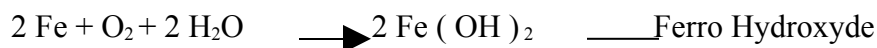
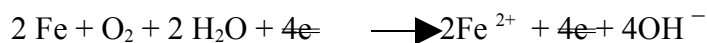
Oxygen terlarut dalam air harus dihilangkan karena menimbulkan korosi didalam boiler, steam dan condeseate system. Kehadiran O₂ juga merupakan suatu komponen yang diperlukan dari mekanisme korosi lainnya. Mekanisme dari korosi ini sebagai berikut: metal yang berkontak (dalam hal ini bagian dalam pipa, atupun steam drum) dengan air akan terjadi reaksi, seperti berikut:



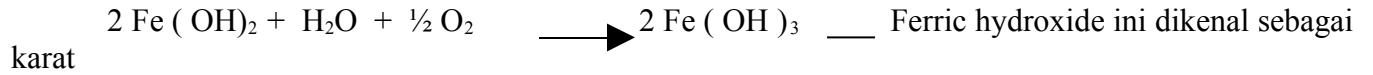
Oxygen terlarut dalam air membentuk reaksi Cathodic



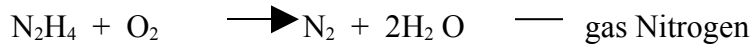
Persamaan (1) dan (2) dijumlahkan menjadi



Productnya adalah Ferrous hydroxide yang mengendap dalam larutan, bagaimanapun senyawa ini tidaklah stabil dalam larutan yang masih mengandung O₂, maka ia akan teroxydasi



Untuk menghilangkan O₂ (oxygen) dalam air secara kimiawi salah satunya adalah dengan penambahan Hydrazine (N₂H₄) Reaksinya sbb:



Pada temperature diatas 270 °C maka hydrazine akan berubah menjadi Ammonia (NH₃) dan Nitrogen



Reaksi ini lambat bila jumlah Hydrazinnya kecil, tapi sebaliknya ia akan cepat bila Hydrazine besar.

Untuk meyakinkan bahwa O₂ yang terlarut itu habis maka ditentukannya bahwa Hydrazine itu harus berlebih (Hydrazine residual). Pada umumnya untuk Boiler yang tekanan operasinya kurang dari ± 40 kg / cm²G maka residual N₂ H₄ nya berkisar antara 0.1 ~ 0.3 ppm (part per million = per satu juta), untuk yang bertekanan lebih dari 40 kg / cm² G berkisar pada 0.05 ~ 0.1 ppm

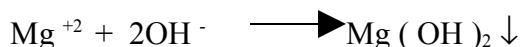
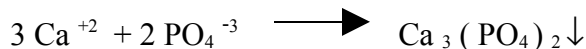
(NALCO – 356)

Nalco-356 merupakan campuran encer dari berbagai bahan diantaranya Cyclohexylamine dan morpholine yang bahan ini memerlukan penanganan yang hat-hati selain corrosive juga menunjukkan flash point yang rendah.

Pengolahan air menggunakan senyawa –senyawa ini disebut sebagai **volatile treatment** atau zero solid treatment.tidak ada bahan sodium dimasukkan kedalam internal treatment ini , maka dipakailah chemical yang mudah menguap (volatile chemical) , seperti ammonia / morpholine atau cyclohexyl amine. Untuk mengontrol pH.. Bahan inidi injeksikan kedalam Boiler water berfungsi untuk menjaga pH pada Boiler water, agar cukup tinggi untuk pencegahan korosi.

INJEKSI POSPHATE (PO₄ –3)

Injeksi (PO₄) dan Alkali (NaOH) dilakukan secara langsung ke Steam Drum maksudnya adalah untuk menghindari mengendapnya garam – garam Calsium Pospbate, Magnesium Silicate, Calsium Carbonate, dsb, secara dini pada system sebelum Steam Drum (misalnya pada Feed Water line)





Endapan tersebut diatas menimbulkan pengerakan didaerah pipa-pipa feed water misalnya yang mana tidak ada methoda untuk mengeluarkannya, padahal di steam drum kita bias membuang endapan-endapan tersebut dengan melakukan Blow down.

Sejumlah Alkali (NaOH) pada angka minimum yang dibutuhkan untuk menaikkan pH secukupnya untuk mengendalikan korosi, bahan tersebut dimasukan bersama POSPHATE ke Steam Drum.