Sistem Penyediaan Uap

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Pengertian Uap

Uap air adalah gas yang terjadi dari proses penguapan air (H2O). Uap air mempunyai potensi kekuatan yang luar biasa, yang bisa digunakan untuk menggerakkan turbin listrik, kereta uap atau mesin uap. Uap air di alam bisa berupa awan atau kabut.

1.2 Tekanan Uap

Tekanan uap adalah ukuran kecenderungan molekul-molekul cairan untuk melepaskan diri dari molekul-molekul cairan di sekitarnya dan berubah jadi uap, umumnya molekul cairan yang berubah jadi uap adalah yang berada di permukaan. Jika kedalam pelarut tersebut di masukkan suatu zat terlarut yang sukar menguap, sehingga terbentuk suatu larutan, maka hanya sebagian pelarut akan menguap pada suhu tertentu, karena sebagian lagi terhalang oleh partikel-partikel zat terlarut untuk menguap. Karena uapnya sedikit, maka tekanan uap jenuhnya lebih kecil.

Pada tahun 1880-an F.M. Raoult, seorang ahli kimia Prancis, menyatakan bahwa melarutkan zat terlarut mempunyai efek menurunkan tekanan uap dari pelarut. Adapun bunyi hukum Raoult yang berkaitan dengan penurunan tekanan uap adalah sebagai berikut.

a. Penurunan tekanan uap jenuh tidak bergantung pada jenis zat yang dilarutkan, tetapi tergantung pada jumlah partikel zat terlarut.

b. Penurunan tekanan uap jenuh berbanding lurus dengan fraksi mol zat yang dilarutkan.

1.3 Proses Penguapan

Penguapan atau evaporasi adalah proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan spontan menjadi gas (contohnya uap air). Proses ini adalah kebalikan dari kondensasi. Umumnya penguapan dapat dilihat dari lenyapnya cairan secara berangsur-angsur ketika terpapar pada gas dengan volume signifikan.

Rata-rata molekul tidak memiliki energi yang cukup untuk lepas dari cairan. Bila tidak cairan akan berubah menjadi uap dengan cepat. Ketika molekul-molekul saling bertumbukan mereka saling bertukar energi dalam berbagai derajat, tergantung bagaimana mereka bertumbukan. Terkadang transfer energi ini begitu berat sebelah, sehingga salah satu molekul mendapatkan energi yang cukup buat menembus titik didih cairan. Bila ini terjadi di dekat permukaan cairan molekul tersebut dapat terbang ke dalam gas dan "menguap"

Ada cairan yang kelihatannya tidak menguap pada suhu tertentu di dalam gas tertentu (contohnya minyak makan pada suhu kamar). Cairan seperti ini memiliki molekul-molekul yang cenderung tidak menghantar energi satu sama lain dalam pola yang cukup buat memberi satu molekul "kecepatan lepas"

- energi panas - yang diperlukan untuk berubah menjadi uap. Namun cairan seperti ini sebenarnya menguap, hanya saja prosesnya jauh lebih lambat dan karena itu lebih tak terlihat Penguapan adalah bagian esensial dari siklus air. Energi surya menggerakkan penguapan air dari samudera, danau, embun dan sumber air lainnya

BAB II. ISI

2.1 Penyediaan Uap (Boiler)

Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Didalam industri kimia peranan uap ini sangat penting dan disediakan oleh unit pengadaan pabrik. Penggunaan uap tersebut antara lain:

- Pemanas,digunakan uap jenuh bertekanan rendah
- Pembangkit tenaga,untuk menggerakkan turbin digunakan uap lewat jenuh
- Fluida pada jet ejector,peralatan ini digunakan untuk menjaga tekanan rendah pada suatu ruangan.
- Proses,biasanya berfungsi sebagai reaktan dari suatu reaksi kimia di reactor

Air yang disuplai ke boiler untuk dirubah menjadi steam disebut air umpan. Dua sumber air umpan adalah: (1) Kondensat atau steam yang mengembun yang kembali dari proses dan (2) Air makeup (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpankan dari luar ruang boiler dan plant proses. Untuk mendapatkan efisiensi boiler yang lebih tinggi, digunakan economizer untuk memanaskan awal air umpan menggunakan limbah panas pada gas buang.

2.2. Air umpan boiler

Boiller adalah tungku dalam berbagai bentuk dan ukuran yang digunakan untuk menghasilkan uap lewat penguapan air untuk dipakai pada pembangkit tenaga listrik lewat turbin, proses kimia, dan pemanasan dalam produksi.

Sistem kerjanya yaitu air diubah menjadi uap. Panas disalurkan ke air dalam boiler, dan uap yang dihasilkan terus – menerus. Feed water boiler dikirim ke boiler untuk menggantikan uap yang hilang. Saat uap meninggalkan air boiler, partikel padat yang terlarut semula dalam feed water boiler tertinggal.

2.3 Syarat dan pengolahan air umpan boiler

Air umpan boiler harus memenuhi persyaratan tertentu seperti yang diuraikan dalam tabel di bawah ini :

Parameter

Satuan		
Batas Pengendalian		
pH	Ppm	2, max
Unit	800, max	Phosphat residual
10.5 – 11.5	O – Alkalinity	Ppm
Conductivity	Ppm	20 – 50
µmhos/cm	2.5 x SiO2, min	Sulfite residual
5000, max	T. Hardness	Ppm
TDS	Ppm	20 – 50
Ppm	-	pH condensate
3500, max	Silica	Unit
P – Alkalinity	Ppm	8.0 – 9.0
Ppm	150, max	
-	Besi	
M – Alkalinity	Ppm	

Air umpan boiler atau *Boiler Feed Water* nantinya akan dipanaskan hingga menjadi steam. Karena di dalam boiler terjadi pemanasan harus diwaspdai adanya kandungan-kandungan mineral seperti ion Ca2+ dan Mg2+ . Air yang banyak mengandung ion Ca2+ dan Mg2+ disebut sebagai air yang sadah (*hard water).* Ion-ion ini sangat berpengaruh pada kualitas air yang nantinya akan digunakan sebagai umpan boiler. Biasanya ion-ion ini terlarut dalam air sebagai garam karbonat, sulfat, bilkarbonat dan klorida. Berbeda dengan senyawa-senyawa kimia lainnya, kelarutan dari senyawa-senyawa mengandung unsur Ca dan Mg seperti CaCO3, CaSO4,MgCO3, Mg(OH)2, CaCl2,MgCl2, dll ; akan memiliki kelarutan yang makin kecil/rendah apabila suhu makin tinggi.Sehingga ketika memasuki boiler, air ini merupakan masalah yang harus segera diatasi. Air yang sadah ini akan menimbulkan kerak(*scalling)* dan tentu saja akan mengurangi efisiensi dari boiler itu sendiri akibat dari hilangnya panas akibat adanya kerak tersebut. Selain itu yang dikhawatirkan bisa menyebabkan scalling adalah adanya deposit silika.

2.4. Performansi Penyedia Uap (Boiler)

Performansi suatu boiler dapat dinyatakan: kapasitas boiler, temperatur gas buang (flue gas), %CO2 dalam flue gas, urburned combustible in the ash , % boiler rating, efisiensi total. Kapasitas boiler dapat dinyatakan dengan besaran:berat uap yang dihasilkan ,besarnya panas yang dipindahkan,boiler horse power, faktor penguapan, pengupan ekivalen. Kapasitas boiler adalah jumlah uap yang dihasilkan tiap jam (lb steam/jam). Kapasitas boiler lebih tepat

dinyatakan sebagai panas total yang dipindahkan oleh permukaan bidang pemanas (pemanas surface) per jam (Btu/jam ft2). Boiler horse power ditetapkan ASME pada tahun 1889 yaitu didasarkan pada kebutuhan mesin uap yang memerlukan 30 lb uap jenuh tekanan 70 psig dan temperatur feed water 100oF setiap Hp.jam. Boiler horse power= ms(H-hf)/33.475,35. Temperatur flue gas adalah temperatur gas buang yang keluar pada cerobong setelah diserap panasnya pada boiler dan dimanfaatkan panasnya pada superheater, economizer dan air heater.%CO2 dan flue gas adalah % volume gas CO2 dalam komposisi gas asap yang keluar cerobong yang terdiri atas CO2, CO, N2, O2, H2O. Makin tinggi persentase CO2 performansi boiler makin baik, berarti pembakaran karbon dalam bahan bakar semakin sempurna.Urburned combustible in the ash adalah unsur-unsur dalam bahan bakar yang seharusnya dapat terbakar misalnya karbon dan hidrogen, namun sebagian tidak terbakar dan tertinggal dalam abu (refuse). Makin tinggi urburned combustible in the ash berarti performansi boiler kurang baik.% boiler rating adalah angka yang menyatakan berapa % suatu boiler beroperasi dari normal ratingnya. Untuk boiler-boiler ukuran kecil berlaku normal rating yaitu membutuhkan 10 ft2 luas bidang pemanas tiap horse power. Pada prakteknya boiler yang dikembangkan dewasa ini beroperasi pada 400-600% normal rating.Efisiensi total asalah perrbandingan panas yang berguna untuk pembentukan uap dengan panas yang tersedia dalam bahan bakar pada waktu yang sama.
Cara menyatakan efisiensi boiler ada 3 macam: berdasarkan uap yang dihasilkan, berdasarkan kerugian-kerugian kalor dari proses pembakaran, berdasarkan neraca massa. Kerugian-kerugian kalor terdiri dari kerugian kalor untuk menguapkan moisture yang ada dalam bahan bakar, menguapkan hasil moisture hasil pembakaran Hidrogen dalam bahan bakar, menguapkan moisture yang ada dalam udara pembakaran, kalor yang terbawa oleh gas asap, kalor yang disebabkan oleh pembakaran yang tidak semburna, kalor yang disebabkan karbon yang tidak terbakar yang ada dalam refuse, kalor yang disebabkan oleh kehilangan panas karena radiasi ke sekeliling dan lain-lain.

2.5. Perawatan dan Penyelamatan Boiler

Adalah usaha usaha yang perlu dilakukan atau syarat syarat yang harus dipenuhi untuk tujuan supaya boiler tetap awet , sehingga umur teknis maupan umur ekonomis menurut rancangan semula dapat dicapai.

Syarat – syarat :

ü Karakteristik air umpan boiler

ü Penambahan inhibitor

ü Pemasangan instrument instrument pengaman

ü Program pengendalian “Blow down”

Karakteristik air umpan boiler

Air untuk umpan boiler harus memenuhi syarat yaitu kandungan zat-zat terlarut, zat tersuspensi maupun gas-gas terlarut harus dibawah ambang batas. Biasanya ambang batas tergantung pada tekanan opersional boiler.

Air umpan boiler yang jelek kualitasnya dapat menimbulkan berbagai kesulitan:

ü Dapat menimbulkan kerak

ü Menyebabkan korosi

ü Menyebabkan carry over garam-garam hasil uap.

2.6 Sistem Blowdown

Adalah pembuangan sebagian dari air dalam boiler yang telah tinggi konsentrasinya dan menggantikannya dengan air umpan boiler yang baru sehingga akan menurunkan konsentrasi suspended atau dissolved solid air dalam boiler. Biasanya dinyatakan dalam persen.Tujuan blow down untuk menurunkan konsentrasi zat yang terlarut maupun zat yang tersuspensi di dalam boiler.Untuk boiler yang beroperasi pada tekanan diatas 600psig, blowdown bertujuan untuk membatasi kadar silica, sehingga menghindari silica ikut teruapkan bersama steam.

Jenis blowdown:

1.Intermittent Manual Bow Down

Manual blowdown/sludge blow down dilakukan pada waktu tertentu, biasanya untuk menghilangkan suspense solid atau sludge yang terakumulasi.

2. Continuous Blow Down

Continuous blow down dilakukan terus menerus, keuntungannya menjaga konsentrasi air dalam boiler tetap, juga efisiensi panas sehingga menghemat energy.

Banyaknya air yang diuapkan dalam flash tank dinyatakan sebagai persen flash steam.

Perhitungan blowdown

Besarnya jumlah *blowdown* yang diperlukan untuk mengendalikan konsentrasi padatan air boiler dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

Blowdown (persen) = TDS Air *make up* x % Air *make up*

TDS max boiler

2.7 Distribusi Uap

Dalam merencanakan suatu jaringan pipa uap, maka perlu diperhatikan hal – hal berikut :

a) Tentukan kebutuhan uap pada suatu titik pemakaian

b) Tentukan tekanan uap pada suatu titik pemakaian

c) Usahakan tidak banyak panas yang hilang dalam sepanjang aliran uap, sehingga uap tidak menjadi dingin. Hal ini bisa diatasi dengan memakai isolasi panas yang baik pada permukaan uap.

d) Tidak ada kebocoran uap

e) Jaringan pipa harus mempunyai daerah penangkal regangan ekspansi

f) Jaringan harus disangga dengan kuat

g) Jaringan pipa harus mempunyai kemiringan 10 – 20 cm dalam 100 m panjang pipa

h) Jaringan harus mempunyai kantung penangkap uap air yang mengembun setiap 75 m panjang pipa

i) Setiap percabangan harus mengikuti aturan diatas

Hilangkan kebiasaan buruk pada pemasangan pipa, misalnya :

a) Kurangnya isolasi panas, tidak ada pembuan uap yang mengembun, dan tidak memakai ekspansi

b) Jaringan pipa lama digunakan untuk tekanan uap yang lebih tinggi

c) Menggunakan isolasi lama

d) Kebutuhan uap lebih besar daripada kapasitas ketel uap, sehingga tekanannya menjadi turun

e) Uapnya basah, disebabkan oleh kebutuhan uap lebih besar dari pada supply dan kualitas air kurang baik

f) Terlalu banyak sambungan

g) Ukuran pipa tidak sesuai

h) Ada kebocoran pada sambungan pipa

Drop tekanan dari uap

Kondisi dari kualitas uap tergantung pada perubahan volume dan tekanan dari suatu ruangan. Aliran volume dari uap identik dengan kecepatan aliran dari uap. Dengan adanya gesekan (friksi) antara uap dengan pipa, maka akan mengakibatkan turunnya tekanan dari uap.

Dalam pemakaian di lapangan, biasanya dipakai kecepatan aliran uap tidak lebih dari 40m/detik dan kecepatan ini dipengaruhi juga oleh tekanan uap. Umumnya, ukuran drop tekanan dari

boiler ke ujung pipa tidak boleh lebih dari 1kg/cm2.

BAB III. RINGKASAN

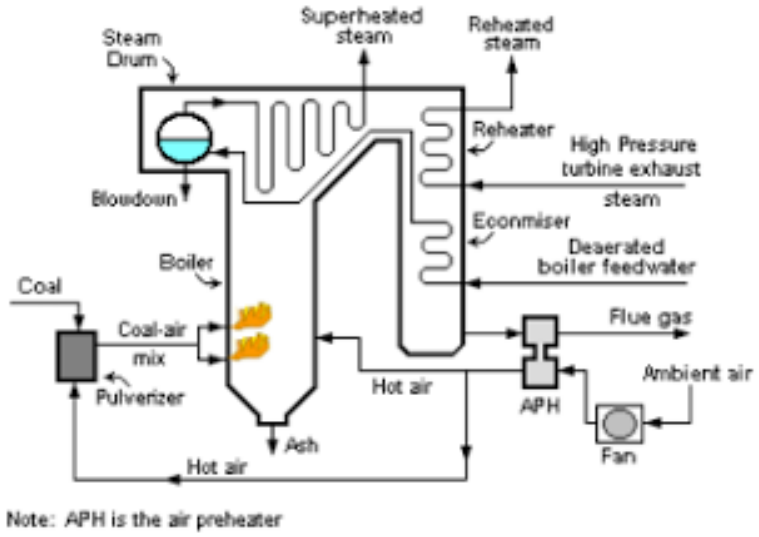
3.1 Rangkuman

- Uap air mempunyai potensi kekuatan yang luar biasa, yang bisa digunakan untuk menggerakkan turbin listrik, kereta uap atau mesin uap.
- Penguapan atau evaporasi adalah proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan spontan menjadi gas (contohnya uap air).
- Didalam industri kimia peranan uap ini sangat penting dan disediakan oleh unit pengadaan pabrik.
- Air yang disuplai ke boiler untuk dirubah menjadi steam disebut air umpan. Dua sumber air umpan adalah Kondensat atau steam dan Economizer.
- Cara menyatakan efisiensi boiler ada 3 macam: berdasarkan uap yang dihasilkan, berdasarkan kerugian-kerugian kalor dari proses pembakaran, berdasarkan neraca massa.
- Sistem Blowdown adalah pembuangan sebagian dari air dalam boiler yang telah tinggi konsentrasinya dan menggantikannya dengan air umpan boiler yang baru sehingga akan menurunkan konsentrasi suspended atau dissolved solid air dalam boiler.

3.2 Kesimpulan

Unit penyediaan uap dalam suatu industri sangatlah penting. Karena uap/steam merupakan jenis energi yang mempunyai potensi kekuatan yang luar biasa bila digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik dalam skala yang besar. Oleh karena itu, uap didalam suatu pabrik harus digunakan dengan se-efektif mungkin, sehingga dapat mengurangi kerugian-kerugian dalam pemakaian nya.

Prinsip Kerja Boiler (Ketel Uap)



Berdasarkan tipe konstruksinya boiler dibagi menjadi 3 tipe yaitu :

- Boiler gantung
- Boiler duduk
- Boiler paket (package boiler)

Berdasarkan tipe bahan bakarnya, boiler dibagi menjadi 2 yaitu :

- Circulated Fluidized Bed (CFB) Boiler
- Pulverized Coal (PC) Boiler

Boiler, yang secara fungsinya disebut juga sebagai steam generator (penghasil uap), adalah suatu bentuk sistem pembakaran yang merupakan gabungan dari beberapa tube, header, ducting, burner, fin plate dan manifold yang di desain untuk saling terhubung dalam suatu proses untuk mengubah air menjadi uap bertekanan yang kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin dan generator sehingga menghasilkan listrik di sebuah power plant (pembangkit listrik).

Sistem utama yang umumnya terdapat pada semua jenis manufaktur boiler adalah :

- Steam drum
- Downcomer

- Furnace
- Separator / cyclone
- Backpass / Heat Recovery Area (HRA)
- Feed water pipe
- Economizer
- Superheater (low, medium & high temperature)
- Connecting Pipes (upper & lower)
- Main Steam Pipe

Secara umum, didalam boiler terdapat 3 proses yaitu :
- Proses air menjadi steam
- Proses bahan bakar (batu bara, limestone, oil) sampai menjadi abu sisa pembakaran
- Proses udara sampai menjadi gas buang

Untuk dapat menghasilkan uap air tentunya diperlukan air yang sesuai dengan kadar Ph yang telah ditetapkan sebelumnya. Air didapatkan dari laut yang kemudian diproses didalam chemical building (atau desalination) dan water treatment sebelum di supply ke deaerator (untuk mengurangi kandungan oksigen didalam air) dan disupply ke boiler melalui feed water pump.
Dengan feed water pump, air yang sudah melalui proses di deaerator tadi memulai tahapan proses di boiler dengan urutan sebagai berikut :
- Economizer

Disini air akan dinaikkan suhunya secara perlahan sebelum mencapai sistem berikutnya
- Steam drum

Dari economizer, air kemudian disupply ke steam drum melalui pipa. Diawal proses, saat steam (uap air) belum mencapai saturated steam, maka separator (pemisah) didalam steam drum akan melakukan bypass dan membiarkan air turun ke tahap selanjutnya.
- Downcomer

Disini, downcomer yang berbentuk pipa mengalirkan air ke bagian terbawah dari sistem selanjutnya melalui lower connecting pipes.
- Furnace

Selanjutnya air dari downcomer akan masuk ke furnace bagian paling bawah dan ditampung didalam bottom header yang kemudian karena sistem pembakaran batu bara, oil dan limestone didalam furnace, perlahan-lahan akan berubah bentuk menjadi uap basah. Sesuai

dengan sifatnya, uap akan merambat keatas dengan sendirinya didalam tube (karena proses pemanasan yang konstan didalam boiler). Uap air tersebut ditampung didalam upper header (outlet header) pada bagian atas furnace. Disinilah terjadinya sistem konversi energi. Setelah itu uap akan kembali disupply ke steam drum melalui upper connecting pipes, dan, kembali oleh separatornya, uap tersebut disupply kembali dari steam drum menuju sistem berikutnya.

- Superheater

Disini terdapat beberapa kali backpass (umpan balik) steam dari low temperature superheater ke medium temperature superheater lalu disupply ke steam drum, lalu kembali ke high temperature superheater / final superheater. Di high / final termperature superheater inilah proses terakhir steam setelah melalui pemanasan berulang-ulang kali di dalam low dan medium superheater.

- Main Steam Pipe

Inilah pipa terpenting dalam proses power plant, dikarenakan pipa ini yang nantinya akan mensuplai superheated steam ke turbin. Material, kawat las dan test nya pun (Non Destructive Test) tergolong istimewa karena membutuhkan perlakuan khusus dan tim khusus untuk mengerjakannya. Disinilah temperatur dan pressure tertinggi di boiler berada.

Keseluruhan sistem diatas dikirim dari manufaktur (pabrik) nya ke lokasi pemasangan (site) dalam bentuk knocked down (pecah belah/terpisah) yang kemudian dirakit (difabricate) di site dan kemudian dipasang dengan sistem rigging (pengangkatan) & welding (pengelasan) yang semua proses tersebut mengacu kepada international standard seperti American Welding Society (AWS), American Society of Mechanical Engineers (ASME), American Standard for Testing & Material (ASTM), dan lain-lain.