



JURNAL MEDIA TEKNIK



VOLUME 12 NO. 1
JANUARI - APRIL 2015

TERDAFTAR SEBAGAI JURNAL ILMIAH
SK LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
NO. 005.112/JL.3.02/SK.ISSN/2004

PENERBIT
PUSAT PENELITIAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI PALEMBANG



JURNAL MEDIA TEKNIK

Jurnal Media Teknik merupakan jurnal ilmiah yang telah terdaftar SK. LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA No. 0005.112/JI.3.02/SK.ISSN/2004 dan ISSN : 1693-8682. diterbitkan tiga kali setahun. Jurnal ini disebarluaskan pada seluruh fakultas teknik negeri dan swasta (semua jurusan).

Jurnal ini terutama menerima tulisan asli laporan penelitian, sedangkan studi kepustakaan dan bedah buku merupakan pelengkap.

Setiap tulisan yang dimuat dalam jurnal media teknik ini akan dinilai terlebih dahulu oleh pakar dibidang yang sesuai disiplin ilmunya.

Pelindung

H.Syarwani Ahmad

Penanggung Jawab

Muhammad Firdaus

Pengarah

M Saleh Al Amin

Adiguna

Aan Safentry

Pimpinan Editorial

Husnah

Dewan Editorial

Agus Wahyudi

Muhrinsyah Fatimura

Muhammad Bakrie

Rully Masriatini

Nurlela

Marlina

Reno Fitriyanti

Mitra Bestari

Dr.Erfina Oktariani,S.T,M.T (STMI Kementerian Perindustrian RI)

Dr.Rer.nat. Risfidian Mohadi, S.Si., M.Si (Universitas Sriwijaya).

Dr. Eko Ariyanto, M.Eng, Chem (Universitas Muhamadiyah Palembang)

Daisy Ade Riany Diem, ST., MT. (Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana)

Staff Editor

Yuni Rosiati

Endang Kurniawan

Alamat Redaksi :

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang
Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang Sumatera Selatan
Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782

DAFTAR ISI

Artikel Penelitian

KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH TENUN SONGKET <i>Rully Masriani</i>	1
EVALUASI KINERJA FILTER KERAMIK DENGAN PROSES KOAGULASI PADA AIR RAWA <i>Husnah</i>	6
BRIKET BATUBARA DENGAN PENYULUT ENCENG GONDOK DENGAN PEREKAT TAPIOKA <i>Nurlela</i>	13
TINJAUAN TEORITIS PERMASALAHAN BOILER FEED WATER PADA PENGOPERASIAN BOILER YANG DIPERGUNAKAN DALAM INDUSTRI <i>Muhrinsyah Fatimura</i>	24
PENGARUH KOMBINASI FILTER MANGAN ZEOLIT, KARBON AKTIF, PASIR SILIKA TERHADAP KADAR BESI AIR SUMUR PERUMAHAN AZZAHRA KABUPATEN BANYUASIN <i>Agus Wahyudi</i>	33
PEMANFAATAN KOAGULAN ALUMINIUM SULFAT DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR STOCKPILE BATUBARA <i>Reno Fitriyanti</i>	40
EFEKTIVITAS ZEOLIT ALAM SEBAGAI ADSORBENT DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH YANG MENGANDUNG LINEAR ALKYLBENZENE SULFONAT (LAS) <i>Ety Nurpita Purnamasari</i>	48



PETUNJUK BUAT PENULIS

Jurnal Media Teknik adalah jurnal ilmiah yang terbit tiga kali setahun yang membuat laporan penelitian dan makalah ilmiah (suatu kajian kepustakaan yang diperkaya dengan gagasan dan wawasan sendiri). Laporan kasus yang baik juga terbuka untuk dibuat, walaupun jumlahnya sangat dibatasi. Dewan Redaksi mengundang para peneliti dan pakar Teknik untuk mengirimkan laporan penelitian, makalah ilmiah dan laporan kasus untuk dibuat dalam jurnal ini. Tulisan dalam bahasa Inggris sangat diutamakan.

Jurnal Media Teknik hanya membuat tulisan asli yang belum pernah dikirimkan atau diterbitkan pada jurnal lain.

Untuk kesamaan penulisan, setiap naskah laporan penelitian harus terdiri dari: judul dalam bahasa Indonesia dan Inggris, nama penulis, instansi tempat bekerja, abstrak dalam bahasa Indonesia dan Inggris, pendahuluan, masalah dan pertanyaan penelitian, bahan dan cara kerja, hasil, pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka, tabel dan grafik, foto/gambar dan keterangan foto/gambar. Hasil harus dipisah dengan pembahasan.

Naskah harus diketik dengan komputer. Dikirim rangkap dua disertai disket yang berisikan naskah tersebut dan harus memakai program Microsoft Words, dikirimkan 1 bulan sebelum diterbitkan.

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang jelas dan ringkas. Diketik kertas dengan ukuran 21,5 x 28 cm dengan jarak 2 spasi, sedangkan untuk abstrak dengan jarak 1 spasi. Ketikan dibuat dalam satu muka saja. Diberi nomor halaman mulai dari halaman judul. Setiap halaman dimulai 2,5 cm tepi atas, bawah kiri dan kanan halaman. Maksimal halaman antara 25 – 30 halaman dalam ukuran kertas seperti diatas.

Judul ditulis dengan huruf besar dan tidak melebihi 12 kata, bila perlu dapat dilengkapi dengan anak judul. Naskah yang telah pernah disajikan dalam pertemuan ilmiah

atau tesis yang belum pernah diterbitkan dan diedarkan secara nasional, dibuat keterangan berupa catatan kaki. Nama penulis dan instansi tempat bekerja ditulis huruf kecil. Terjemahan judul dalam bahasa Inggris diketik dengan huruf *Italic*.

Nama penulis ditulis tanpa gelar, nama penulis yang dicantumkan paling banyak 4 (empat) orang. Bila lebih, cukup diikuti dengan kata-kata : dkk atau et. Al. Nama penulis harus disertai nama lembaga tempat yang bersangkutan bekerja. Alamat korespondensi ditulis lengkap dengan nomor telepon, Fax dan E-mail (kalau ada).

Kalau ada kata kunci (keywords) yang menyertai abstrak harus ditulis dalam bahasa Inggris. Diletakkan di bawah judul sebelum abstrak. Tidak lebih dari 5 kata, dan sebaiknya bukan merupakan pengulangan dari kata-kata dalam judul.

Abstrak harus dibuat dalam bahasa Indonesia dan lebih diutamakan dibuat juga dalam bahasa Inggris, panjangnya tidak melebihi 300 kata dan diletakkan setelah judul makalah dan nama penulis. Abstrak harus membuat ringkasan dari latar belakang, tujuan, bahan dan cara kerja, hasil, pembahasannya kesimpulan dan saran.

Naskah makalah ilmiah (bukan laporan penelitian) maka sistematika penulisan adalah : judul (dalam bahasa Indonesia dan Inggris), nama penulis, instansi tempat bekerja abstrak (dalam bahasa Indonesia dan Inggris), pendahuluan (termasuk masalah yang akan dibahas), pembahasan, kesimpulan, saran, dan daftar pustaka.

Tidak menulis singkatan atau angka pada awal kalimat, tetapi ditulis dengan huruf secara lengkap. Angka yang dilanjutkan dengan simbol ditulis dalam angka Arab, misal 3 cm, 4 kg.

Kata asing yang belum diubah menjadi kata Indonesia diberi garis bawah, tidak dalam huruf *Italic* (miring).

Kutipan pustaka harus diikuti dengan nama pengarang dan tahun publikasi dari nama kutipan diambil.

Kutipan yang lebih dari 4 baris, diketik dengan spasi tunggal tanpa tanda petik. Kutipan yang pendek disambung dengan kalimat naskah diantara tanda petik.

Daftar pustaka disusun menurut sistem Harvard, dimana nama-nama pengarang disusun menurut abjad tanpa nomor urut dengan susunan sebagai berikut ; nama penulis,

tahun publikasi, judul lengkap artikel (bila bukan buku), judul majalah atau buku, volume, edisi, nama kota penerbit, nama penerbit dan nomor halaman.

Singkatan nama jurnal dalam daftar pustaka mengacu pada Index Medicus dan Index lain yang sejenis. Hanya pustaka yang dikutip saja yang boleh dimuat dalam daftar pustaka.

Tabel dan gambar dibuat sesederhana mungkin, indah dan jelas pada kertas HVS dalam halaman tersendiri dengan tinta hitam, dan dijelaskan dimana seharusnya ditempatkan. Foto yang akan dimuat harus berkualitas tinggi dan dibuat dari kertas kilat hitam putih. Diberi nomor urut dengan angkut arab. Gambar/foto tidak boleh diklips, atau dilipat.

Bila ada bagian yang hendak diperkecil, dikirimkan dalam bentuk yang telah diperkecil dengan ketentuan sebagai berikut :

- Tidak lebih kecil dari 20 %, ukuran normal.
- Masih terbaca dengan jelas.

Alamat korespondensi :

Redaksi Jurnal Media Teknik
PUSAT PENELITIAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI PALEMBANG

Alamat Redaksi :

Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang
Sumatera Selatan
Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782



TINJAUAN TEORITIS PERMASALAHAN BOILER FEED WATER PADA PENGOPERASIAN BOILER YANG DIPERGUNAKAN DALAM INDUSTRI

Muhrinsyah Fatimura

Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang

Muhrinsyah.f@gmail.com

ABSTRAK *Boiler* merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menghasilkan steam (uap) dalam berbagai keperluan dalam industri dan proses produksi. Air di dalam *boiler* dipanaskan oleh panas dari hasil pembakaran bahan bakar (sumber panas lainnya) sehingga terjadi perpindahan panas dari sumber panas tersebut ke air yang mengakibatkan air tersebut menjadi panas atau berubah wujud menjadi uap. Air boiler yang akan diumpankan (*boiler feed water*) harus memenuhi syarat air umpan boiler ada beberapa standar yang di rekomendasikan untuk air umpan boiler seperti ASME, IS:10392-1982, Chem Treat inc. Bila tidak memenuhi standar yang di rekomendasikan akan menyebabkan beberapa masalah dalam boiler seperti Pembentukan kerak, Peristiwa korosi, Pembentukan deposit dan *carry over* (terbawanya mineral-mineral air ke sistem proses). Apabila masalah pada *boiler* itu terjadi dikarenakan *boiler feed water* tidak memenuhi standar ASME, IS:10392-1982, Chem Treat inc. maka pada proses dilakukan perawatan internal dan eksternal *boiler water treatment*.

Kata Kunci : *Boiler Feed Water, Boiler, Kerak, Korosi, deposit, carry over*

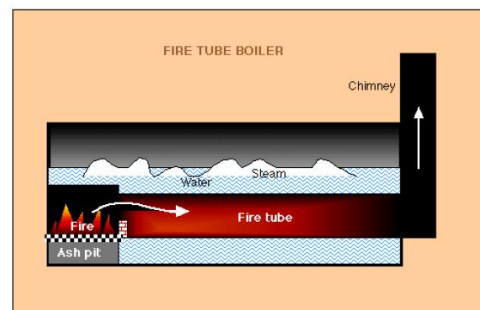
PENDAHULUAN

Dalam industri kimia peralatan *boiler* sangat dibutuhkan sebagai alat pembuatan *steam* yang di gunakan sebagai fluida penukar panas atau pun dikontak langsung dalam proses. *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. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi steam, volumenya akan meningkat sekitar 1.600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik (Unep, 2011).

Jenis Boiler

1. Fire Tube Boiler

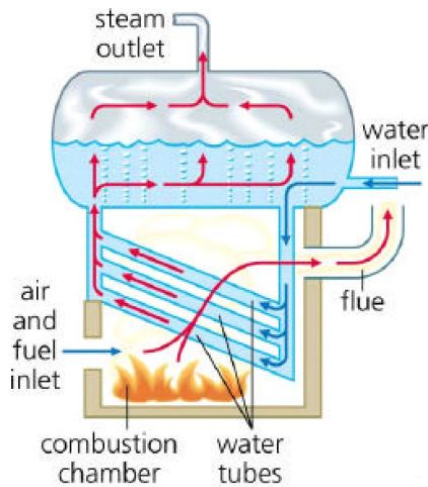
Pada *fire tube boiler*, gas panas melewati pipa-pipa dan air umpan boiler ada didalam *shell* untuk dirubah menjadi steam.



Gambar 1. Fire Tube Boiler (Boiler pipa api) (sumber UNEP, 2011)

2. 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 listrik.



Gambar 2. Water Tube Boiler
(Sumber UNEP,2011)

Berdasarkan tekanan Jenis boiler berdasarkan tekanan dapat dibagi menjadi (Steve Kenny.2000) :

- a. Boiler tekanan rendah
- b. Boiler tekanan sedang
- c. Boiler tekanan tinggi

Sistem air umpan boiler (*Boiler Feed Water*) harus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan agar tidak menimbulkan masalah-masalah pada pengoperasian boiler. Air tersebut harus bebas dari mineral-mineral yang tidak diinginkan serta pengotor-pengotor lainnya yang dapat menurunkan efisiensi kerja dari boiler. Air yang disuplai ke boiler untuk dirubah menjadi steam disebut **air umpan** (Aquarina,2009).

Dua sumber air umpan boiler 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 tinggi, digunakan *economizer* untuk memanaskan awal air umpan menggunakan limbah panas pada gas buang.

Berikut beberapa spesifikasi standar boiler feed water dan boiler water.

Tabel 1. Standar ASME untuk *water tube boiler* untuk *Reliable Continuous Operation* berdasarkan tekanan di drum boiler.

Boiler Feed Water			
Drum pressure (psi)	Besi (ppm Fe)	Copper (ppmCu)	Total Hardness (ppm CaCO ₃)
0-300	0.1	0.05	0.3
301-450	0.05	0.025	0.3
451-600	0.03	0.02	0.2
601-750	0.025	0.02	0.2
751-900	0.02	0.015	0.1
901-1000	0.02	0.015	0.05
1001-1500	0.01	0.01	0.0
1501-2000	0.01	0.01	0.0

(sumber :Altret Performance Chemicalks Gujarat Pvt.Ltd)

Tabel 2. Standar *Boiler Feed Water & Boiler water* IS:10392-1982

Parameter	>20 kg/cm ²	21 -39 Kg/cm ²	40 -59 Kg/cm ²	Unit
Total Hardness	<10	<1.0	<0.5	ppm as CaCO ₃
pH	8.5-9.5	8.5-9.5	8.5-9.5	
Dissolved Oxygen	0.1	0.02	0.01	As ppm
Silica		5	0.5	As ppm SiO ₂

(sumber :Altret Performance Chemicalks Gujarat Pvt.Ltd)

Tabel 3. Baku Mutu *Boiler feed water* Chemtreat Inc.

Parameter	Satuan	Ukuran
pH	Unit	10,5-11,5
Conductivity	µmhos/cm	5000, max
TDS	Ppm	3500, max
P-Alkalinity	Ppm	-
M-Alkalinity	Ppm	800, max
O-Alkalinity	Ppm	2,5 x SiO ₂ , min
T Hardness	Ppm	-
Silika	Ppm	150, max
Besi	Ppm	2, max
Phospat residual	Ppm	
Sulfite residual	Ppm	20-50
pH condensate	Unit	8,0-9,0

(sumber : Chemtreat.inc)

Standar air umpan boiler (*Boiler feed water*) yang ditetapkan pada tabel diatas harus di penuhi dalam pengoperasian boiler. Air umpan boiler harus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan agar tidak menimbulkan masalah-masalah pada pengoperasian boiler. Air tersebut harus bebas dari mineral-mineral yang tidak diinginkan serta pengotor-pengotor lainnya yang dapat menurunkan efisiensi kerja dari boiler. Persyaratan air boiler tergantung pada tekanan operasi boiler tersebut. Semakin **tinggi tekanan operasi boiler** semakin tinggi tingkat kemurnian **air umpan** dan **air boiler** yang disyaratkan.

Permasalahan Boiler

Suatu boiler atau pembangkit uap yang dioperasikan tanpa kondisi air yang baik , cepat atau lambat akan menimbulkan masalah-masalah yang berkaitan dengan kinerja dan kualitas dari sistem pembangkit uap. Banyak masalah-masalah yang ditimbulkan akibat dari kurangnya penanganan dan perhatian khusus terhadap

penggunaan air umpan boiler. Akibat dari kurangnya penanganan terhadap air umpan boiler akan menimbulkan masalah-masalah sebagai berikut (Aqarina,2009):

- a. Pembentukan kerak
- b. Peristiwa korosi
- c. Pembentukan deposit
- d. Terjadinya terbawanya uap (*steam carryover*)

PEMBENTUKAN KERAK

Terbentuk kerak pada dinding boiler terjadi akibat adanya mineral-mineral pembentukan kerak, misalnya ion-ion kesadahan seperti Ca²⁺ dan Mg²⁺ dan akibat pengaruh gas penguapan. Disamping itu pula dapat disebabkan oleh mekanisme pemekatan didalam boiler karena adanya pemanasan. Jenis-jenis kerak yang umum dalam boiler adalah kalsium sulfat, senyawa silikat dan karbonat. Zat-zat dapat membentuk kerak yang keras dan padat sehingga bila lama penanganannya akan sulit sekali untuk dihilangkan. Silika diendapkan bersama dengan kalsium dan magnesium sehingga membuat kerak semakin keras dan semakin sulit untuk dihilangkan. (Gaffert,Gustaf A. 1974)

Jenis Kerak yang di bentuk oleh senyawa-senyawa berikut :s membentuk kerak berjalan cepat bila air umpan boiler mengandung kalsium bikarbonat

- Hadirnya garam kalsium sulfat (lebih mudah larut dibanding kalsium karbonat) menandakan perlakuan (treatment) air boiler kurang memadai
- Semua tata cara internal treatment bertumpu pada pengendapan garam kalsium dalam bentuk selain kalsium sulfat

1. Magnesium:

- Pembentukan kerak oleh garam magnesium biasanya lebih mudah dicegah dari pada garam kalsium
- Secara normal magnesium mengendap dalam bentuk magnesium hidroksida
- Garam magnesium yang dijumpai pada kerak boiler adalah magnesium hidroksida, magnesium silikat, dan magnesium fosfat
- Kerak magnesium fosfat tidak terlalu keras tetapi magnesium silikat sangat keras dan terbentuk di daerah perpindahan panas tinggi

2. Silika

- Kerak silikat sangat keras dan menjadi penghalang perpindahan panas. Konsumsi bahan bakar meningkat 3 kali lebih banyak dari konsumsi bila jenis kerak “normal” pada tebal yang sama.

1. Kerak pada Boiler Tekanan Rendah

Langkah-langkah berikut ini diterapkan untuk mencegah masalah kerak yang disebabkan oleh komponen kesadahan, silika dan lain-lain dalam boiler tekanan rendah;

- Penghilangan kesadahan dengan menggunakan *softener*.
- Penggunaan senyawa boiler dan *sludge dispersant*.
- Pengendalian konsentrasi air boiler.

2. Kerak pada Boiler Tekanan Sedang/Tinggi

Untuk mencegah masalah yang disebabkan kerak oleh pengotor dalam air umpan, tindakan berikut harus diambil:

- mengurangi pengotor yang masuk ke boiler dengan menggunakan kontrol pH, penghilangan besi, demineralisasi dan

sebagainya dari air umpan dan kondensat.

- Penentuan waktu untuk pembersihan kimiawi dan penerapan pembersihan secara berkala untuk memeriksa kondisi adhesi kerak pada tabung penguapan yang diambil dari bagian boiler yang bermuatan panas tinggi.

Apabila kerak yang sudah terbentuk diakibatkan lolosnya senyawa-senyawa pembentuk kerak dapat dilakukan dengan cara (**Gaffert, Gustaf A. 1974**). :

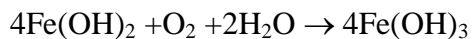
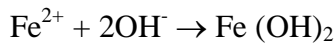
- *On-line cleaning* yaitu pelunakan kerak-kerak lama dengan bahan kimia selama Boiler beroperasi normal.
- *Off-line cleaning* (acid cleaning) yaitu melarutkan kerak-kerak lama dengan asam-asam khusus tetapi Boiler harus berhenti beroperasi.
- *Mechanical cleaning* : dengan sikat, pahat, scrub, dan lain-lain.

PERISTIWA KOROSI

Korosi merupakan peristiwa logam kembali ke bentuk asalnya di alam misalnya besi menjadi oksida besi, aluminium dan lain-lain. Hal ini dapat disebabkan oleh gas-gas yang bersifat korosif seperti O_2 , CO_2 , atau H_2S , kerak dan deposit, perbedaan logam (korosi galvanis), serta pH yang terlalu rendah.

Jenis korosi yang dijumpai pada boiler dan sistem uap adalah :

1. Korosi karena oksigen terlarut
Ketika film pelindung oksida besi dalam boiler sebagian hancur karena kualitas air boiler yang buruk, stres termal, dll, sel lokal terbentuk antara permukaan baja karbon terkena dan film oksida besi yang kontak dengan air. Ion Fe^{2+} terbentuk pada anoda dan berubah menjadi $Fe(OH)_3$ melalui reaksi



2. Korosi karena pengendapan produk korosi.

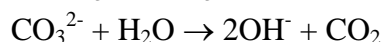
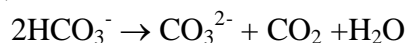
Ketika produk korosi, seperti oksida besi dan oksida tembaga, masuk ke boiler dari air umpan dan *condensate line*, bahan tersebut mengendap di tempat dengan sirkulasi air rendah, seperti bagian bawah drum, atau pada permukaan tabung penguapan dengan fluks panas yang lebih tinggi. Kemudian sel yang mengandung oksigen dibentuk di bawah presipitasi atau deposisi produk korosi, dan hasil korosi jika ada oksigen hadir.

3. Korosi karena konsentrasi alkali

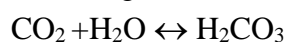
Ketika tabung penguapan dengan fluks panas yang lebih tinggi secara lokal mengalami pemanasan berlebih, air boiler menjadi sangat terkonsentrasi di bagian tersebut dan baja terkorosi oleh alkali terkonsentrasi. Namun, jenis korosi ini jarang ditemukan dalam boiler tekanan rendah.

4. Korosi pada *Condensate Line*

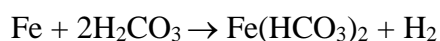
Ion bikarbonat dan karbonat dalam air umpan terurai menjadi gas karbon dioksida (CO_2) dalam boiler.



Karbon dioksida kemudian masuk ke steam dan *condensate line*, terlarut ke dalam kondensat sebagai asam karbonat (H_2CO_3)



Asam karbonat yang terbentuk akan mengkorosi baja karbon melalui reaksi:



PEMBENTUKAN DEPOSIT

Deposit merupakan peristiwa penggumpalan zat dalam air umpan boiler yang disebabkan oleh adanya zat padat tersuspensi misalnya oksida besi, oksida tembaga dan lain-lain. Peristiwa ini dapat juga disebabkan oleh kontaminsi uap dari produk hasil proses produksi. Sumber deposit didalam air seperti garam-garam yang terlarut dan zat-zat yang tersuspensi didalam air umpan boiler. Pemanasan dan dengan adanya zat tersuspensi dalam air pada *boiler* menyebabkan mengendapnya sejumlah muatan yang menurunkan daya kelarutan, jika temperaturnya dinaikkan. Hal ini menjelaskan mengapa kerak dan *sludge* (lumpur) terbentuk. Kerak merupakan bentuk deposit-deposit yang tetap berada pada permukaan boiler sedangkan *sludge* merupakan bentuk deposit-deposit yang tidak menetap atau deposit lunak. (Milton, J.H. 1990).

Pada ketel bertekanan tinggi, silika sangat muda mengendap dengan uap dan dapat membentuk deposit yang menyulitkan pada daun turbin.

Pencegahan – pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya peristiwa deposit dapat dilakukan diantaranya :

- Meminimalisasi masuknya mineral-mineral yang dapat menyebabkan deposit seperti oksida besi, oksida tembaga dan lain – lain
- Mencegah korosi pada sistem kondensat dengan proses netralisasi (mengatur pH 8,2 – 9,2) dapat juga dilakukan dengan mencegah terjadinya kebocoran udara pada sistem kondensat.

- Mencegah kontaminasi uap selanjutnya menggunakan bahan kimia untuk mendispersikan mineral-mineral penyebab deposit.

TREATMENT PADA BOILER

Karena berbagai komponen yang hadir pada raw water, penggunaan raw water untuk boiler menyebabkan permasalahan pada boiler dan peralatan tambahan lainnya seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Untuk mencegah hal ini, treatment air yang sesuai harus diterapkan untuk setiap system boiler. Pengolahan air boiler dibagi menjadi 2, yaitu pengolahan kimia (internal) dan pengolahan mekanis (eksternal).

External Boiler Water Treatment

Perawatan eksternal (*External Treatment*) adalah segala sesuatu yang dilakukan pada semua sistim pendukung *Boiler* (sistim yang berhubungan dengan *Boiler*). Maksud & tujuan dari suatu *external treatment* adalah untuk menghasilkan air dengan kualitas yang sesuai dengan persyaratan dari Air umpan *boiler (boiler feed water)*. Dalam hal ini termasuk penghilangan zat tersuspensi, pengurangan/penghilangan kadar Kesadahan, pengurangan/penghilangan kadar Silica, pengurangan /penghilangan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*), dsb. Beberapa contoh dari fasilitas external treatment antara lain: Clarifier, Filters, Softener, Demin, R/O, dan Deaerator (Leo, 1962).

Ion Exchange Treatment

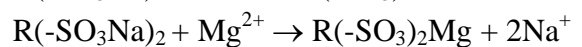
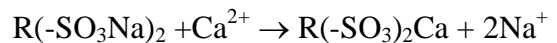
Dalam treatment ini, ion terlarut dipisahkan dengan menggunakan resin pemutar ion untuk menghasilkan kualitas air yang sesuai. Penghilangan semua ion terlarut disebut demineralisasi. Penukaran ion

kalsium dan magnesium dengan ion natrium disebut softening.

1. Softening

Komponen kesadahan (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) yang menyebabkan korosi pada boiler tekanan rendah ditukar dengan ion Na^+ dengan resin penukar kation. Ketika raw water dilewatkan pada bed yang mengandung resin ini, komponen kesadahan dalam raw water ditukar dengan ion Na^+ pada resin penukar ion.

Reaksi yang terjadi:



*R=gugus alkil dengan karbon berjumlah 10 hingga 22.

Masalah kerak dicegah dengan memasukkan softened water pada boiler. Namun sebenarnya kerak masih dapat terjadi karena kebocoran kesadahan dari softener sering terjadi akibat kendali operasi yang tidak sesuai (Aqarina, 2009).

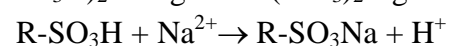
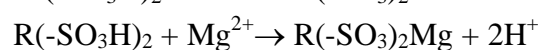
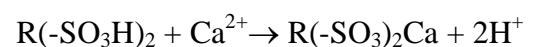
2. Demineralizer

Demineralizer yang paling populer adalah two-beds and one-degasifiers. Tipe ini terdiri dari kolom kation yang berisi asam kuat resin penukar kation (H-bed), degasifier, dan kolom anion berisi basa kuat resin penukar anion (OH-bed).

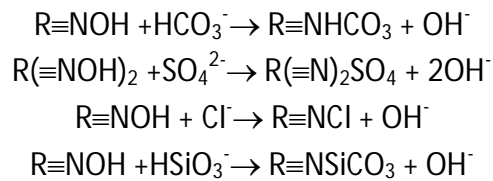
Kation pada raw water ditukar dengan ion hydrogen dalam H-bed dan karbon dioksida yang dihasilkan dari pengurangan pH dipindahkan ke dekarbonator. Anion ditukar dengan ion OH^- dalam OH-bed.

Reaksi yang terjadi (Aqarina, 2009):

H-bed:



OH-bed:



Deaerasi

Deaerasi pada boiler bertujuan untuk menghilangkan gas terlarut yang bersifat korosif (oksigen dan karbon dioksida) untuk mencegah masalah korosi pada system boiler. Prinsip dasar dari peralatan deaerasi adalah kelarutan gas terlarut pada air menjadi nol pada titik didih air. Metode deaerasi terbagi dua, yaitu deaerasi vakum dan heating deaerasi. (*Lenntech.,2013*)

a. Heating deaeration

Dalam hal ini, gas terlarut pada boiler dihilangkan dengan cara memanaskan feedwater hingga suhu jenuh di bawah tekanan di dalam deaerator. Metode ini digunakan secara luas pada boiler tekanan sedang atau tinggi karena oksigen terlarut dalam feedwater yang di-deaerasi kurang dari 0,007mg/l.

b. Vacuum deaeration

Deaerator vakum menghilangkan gas terlarut dalam air dengan mengurangi tekanan di dalam ke tekanan uap air berdasarkan suhu air. Oksigen terlarut dalam air yang di-deaerasi menjadi sekitar 0,1 hingga 0,3 mg/l. system ini biasa digunakan pada boiler tekanan rendah

Internal Water Treatment

Perawatan Internal (Internal Treatment) adalah pengkondisian Air boiler dengan bahan kimia treatment & pengaturan lainnya dengan tujuan agar Korosi, Pengerakan, deposit dapat dihindari dan

kemurnian uap terjaga baik. Beberapa mekanisme yang terjadi dalam Internal Treatment, antara lain (*Vecom.2013*):

1. Mereaksikan kesadahan dengan bahan kimia, agar kerak calcium carbonate yang keras berubah menjadi endapan yang lunak berlumpur sehingga bisa dibuang melalui blow-down.
2. Mengkondisikan pH/Alkalinity air boiler untuk menghindarkan pengerakan silica.
3. Penggunaan anti-busa (anti foam) untuk mencegah potensi pembusaan yang akan mengakibatkan terjadinya carry-over dan menurunkan kemurnian uap

Beberapa jenis bahan kimia yang umum dipergunakan dalam Internal treatment adalah sebagai berikut (*Chemtreat,2013*) :

- Fosfat (jenis ortho ataupun polyfosfat): bereaksi kesadahan calcium untuk menetralsir kesadahan air dengan membentuk hidrat tricalcium fosfat yang berbentuk lumpur dan dapat dibuang melalui blow down secara terus-menerus atau secara berkala melalui bawah boiler.
- Natural and synthetic dispersants (Dispersant): meningkatkan sifat dispersif Air Boiler. Beberapa contoh Polymeric Dispersant adalah:
 - a. Polimer Alam : lignosulphonates, tannin .
 - b. Polimer sintetik : polyacrylates, maleat acrylate copolymer, maleat Styrene copolymer.
- Sequestering agents (anti scale) seperti phoshate organic (phosphonates), Polymaleic acid (PMA), Sulfonated copolymer.
- Oxygen scavengers (Penangkap Oksigen):seperti natrium sulfit, tannin, hidrazin, hidroquinon / progallol berbasis

- derivatif, hydroxylamine derivatif, asam askorbat derivatif. *Oxygen Scavengers* ini, dikatalisasi ataupun tidak, akan mengurangi kadar oksigen terlarut dalam *feed-water*. Beberapa jenis dari *oxygen scavenger* ini juga berfungsi sebagai *passivator* untuk mem-passivasi permukaan logam seperti Hydrazine, Hydroxylamine derivate. Pilihan produk dan dosis yang diperlukan akan tergantung pada jenis alat mekanis yang digunakan (*Deaerator* atau *Heating Tank*)
- *Anti-foaming* or *anti-priming agents* : campuran bahan aktif permukaan yang mengubah tegangan permukaan cairan, menghilangkan busa dan mencegah terbawa air halus partikel dalam uap.
- Apabila permasalahan itu tetap timbul yang diakibatkan *Boiler Feed Water* tidak memenuhi standar yang ditetapkan maka bisa di atasi dengan melakukan internal treatment terhadap air boiler dengan menginjeksikan bahan kimia seperti oksigen *scavenger*, phosphate, *anti foaming*, Alkali booster.

Daftar Pustaka

- Altret Performance Chemical Gujarat PVT.LTD <http://www.altret.com/templates/images/editor/boiler-water-treatment-guideline.pdf>. diakses 11 Desember 2013.
 - Aquarina Limbong.2009 .Alkalinitas :Analisa Dan Permasalahannya Untuk Air Industri.USU Repository.
 - Chemtreat .Chemical Treatment for Boilers.<http://www.chemtreat.com/solutions/chemical-treatment-programs/boiler-chemicals/>.diakses 12 Nopember 2013.
 - Gaffert, Gustaf A. 1974. Steam Power Boiler Fourth Edition. International Stevent Edit ion. USA.
 - *Lenntech. Boiler water treatment.* <http://www.lenntech.com/applications/process/boiler/boiler-water-treatment.htm>.diakses 30 september 2013.
 - Leo.I.Pincus.1962 .*Practical Boiler Water Treatment* .McGraw-Hill,book company .New York.
 - *Milton.J.H and Leach R.M.1990. Marine Steam boilers* . 4th Edition Butterworth-Heinemann, Oxford .
- Kesimpulan**
- *Boiler* merupakan peralatan utilitas di pabrik yang sangat vital yang merupakan suatu peralatan proses yang sering dijumpai pada industri teknik kimia digunakan untuk menghasilkan uap (steam). Uap ini dihasilkan dengan cara proses perpindahan panas dari pembakaran bahan bakar (padat, cair, atau gas) dengan *Boiler Feed Water*.
 - *Boiler Feed Water* di olah terlebih dahulu sesuai dengan standar air umpan *boiler* yang ditetapkan ASME, Chemtreat sebelum diumpankan ke *boiler* agar tidak menimbulkan permasalahan seperti korosi, kerak, deposit, dan kontaminasi uap (*carry over*).

- Steve Kenny.2000. *Basic Water Treatment Of Steam Boilers*. Chemco Water Technology Vancouver, WA.
- UNEP.*Peralatan Energi Panas: Boiler & Pemanas Fluida Termis*.UNEP Agustus 2011.
- Vecom. *Boiler Water Treatment*. http://www.vecom.nl/english/productsheets/marine/1101_boilerwatertreatment.pdf diakses. 10 november 2013.