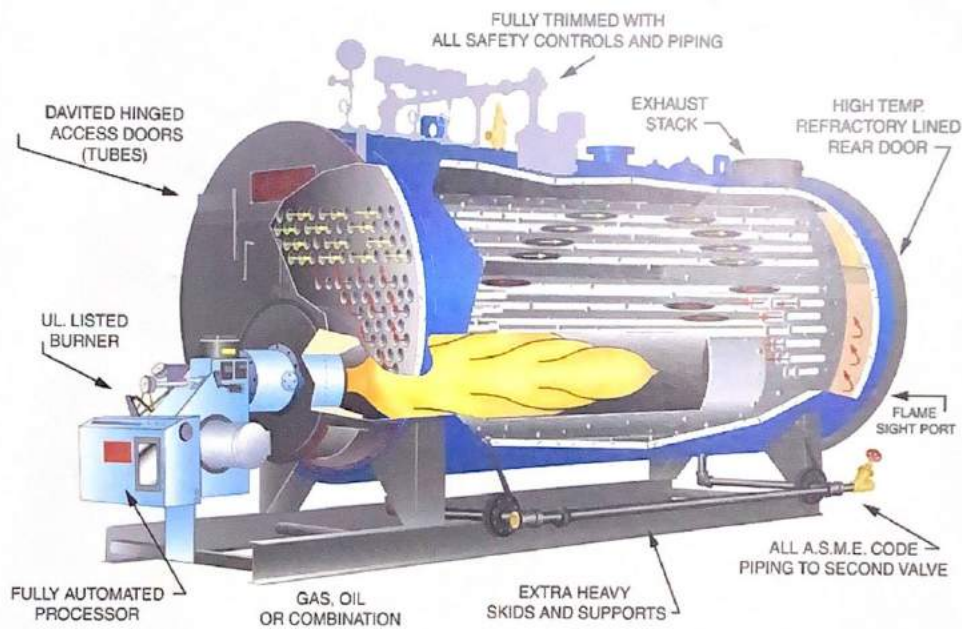


MODUL
PEMBINAAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
OPERATOR PESAWAT UAP KELAS I



AIR PENGISI KETEL UAP DAN
CARA PENGOLAHANNYA

MATERI 4

PT. DHIYA ANEKA TEKNIK
PERUSAHAAN JASA KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (PJK3)
BIDANG PEMBINAAN K3

JL. RAYA SERANG – CILEGON KM.02 RUKO KEPANDEAN KAV 5 – 6 KELURAHAN LONTAR BARU KECAMATAN SERANG KOTA,
KOTA SERANG, PROVINSI BANTEN TELP 0254-216344, WEB dhiya.co.id

DAFTAR ISI

	halaman
1. Pendahuluan	1
1.1. Tujuan Pembelajaran Umum	1
1.2. Tujuan Pembelajaran Khusus	1
2. Kemurnian air pengisi ketel uap	2
3. Kotoran dalam air	2
4. Permasalahan yang timbul jika air ketel uap tidak diolah	3
4.1. Pembentukan kerak dan endapan	3
4.2. Korosi	5
4.3. Foam dan priming	8
5. Air kualitas rendah	8
6. Pengolahan air ketel uap	10
6.1. Pengolahan air di luar ketel uap	11
6.1.1. Koagulasi	11
6.1.2. Pengendapan dengan cara kimia	11
6.1.3. Metoda pertukaran ion	14
6.1.4. Kombinasi pengolahan	17
6.1.5. Deaerator	18
6.1.6. Penghilangan mineral pada air	18
6.2. Pengolahan air di dalam ketel uap	18
6.2.1. Reaksi dengan sulfat internal treatment	21
6.2.2. Reaksi dengan silikat internal treatment	21
6.2.3. Pengaturan lumpur dalam internal treatment	21
6.2.4. Pengisian bahan kimia dalam internal treatment	22
6.2.5. Pengontrolan dosis bahan kimia untuk internal treatment	22
6.2.6. Pemeriksaan yang digunakan untuk treatment control	23
7. Pengecekan bahan pencemaran	24
8. Pembuangan air ketel uap (blow down)	24
9. Penyebab korosi	25

AIR PENGISI KETEL UAP

1. Pendahuluan

Air alam yang bersumber dari sungai, laut, maupun dari sumur mengandung kadungan bermacam-macam kotoran yang merupakan unsur / senyawa kimia yang dapat menimbulkan beberapa problem sewaktu dalam pengoperasian ketel uap. Kotoran - kotoran yang merupakan unsur/senyawa kimia tersebut mengandung : padatan yang larut, padatan tersuspensi, gas-gas yang larut, yang dapat menyebabkan : pembentukan kerak, pembentukan buka dan terjadinya korosi, caustic embrittlement. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat di kontrol dengan merawat air yang di gunakan pada ketel sedini mungkin. Agar perawatan menjadi efektif dan menghasilkan air yang spesifikasi standar maka di pandang perlu pengolahannya dengan metoda-metoda yang benar.

1.2. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta pelatihan operator ketel uap dapat memahami serta memiliki pengetahuan tentang air pengisi ketel uap.

1.3. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta pelatihan :

- Dapat mengetahui permasalahan yang timbul pada air pengisi ketel uap
- Dapat mengetahui kualitas air pengisi ketel uap
- Dapat mengetahui dan memahami cara pengolahan air pengisi ketel uap
- Dapat mengetahui akibat yang ditimbulkan dari air pengisi ketel uap yang tidak memenuhi syarat

2. Kemurnian air pengisi ketel.

Komposisi air ketel harus mempunyai komposisi spesifikasi standar sehingga jika di pekatkan karena penguapan untuk waktu tertentu di dalam ketel uap tidak melampaui batas toleransi desain ketel uap. Kemurnian air pengisi ketel menyangkut masalah jumlah dan keadaan dari pada kotoran, kotoran yang mengandung kesadahan, besi dan silika lebih berbahaya dari garam-garam natrium. Persyaratan kemurnian air pengisi ketel juga di tentukan dengan : jumlah pemakaian, desain dari ketel yang di sesuaikan dengan tekanan, panas, dan kecepatan perpindahan panasnya. Pengaruh tekanan untuk persyaratan air ketel yang harus di pertimbangkan adalah : kualitas uap yang baik, kecenderungan pembentukan endapan dan terjadinya korosi.

3. Kotoran dalam air

Kotoran air akan menyebabkan kerak dan endapan, air masuk kedalam ketel dan karena panas maka kesadahan air (garam Ca dan Mg) ke luar dari larutan dan kemudian mengendap, untuk air yang tidak di olah kesadahan akan mengendap pada logam panas dan membentuk kerak. Karena adanya penguapan air didalam ketel uap maka kotoran menjadi pekat. Kotoran lain seperti besi (Fe^{+3}), tembaga (Cu^{+2}) dan silika (SiO_2) dapat berakumulasi di dalam air ketel uap yang menimbulkan masalah endapan pada ketel uap bertekanan tinggi. Kerak dapat menyebabkan panas yang berlebihan (overheating) dan kerusakan pada logam ketel uap, untuk itu pengolahan air pengisi ketel uap sangat di perlukan.

Air kotor dapat menyebabkan karatan pada logam ketel uap, karatan terutama di sebabkan oleh gas-gas terlarut dalam air (terutama O_2) dan keasaman air, dan dapat menimbulkan bermacam - macam karatan :

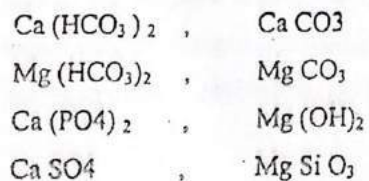
- Menyerang bagian mana saja yang kontak dengan air
- Lubang-lubang setempat/bintik-bintik setempat
- Macam-macam keretakan pada logam yang mengalami tegangan (strees)

4. Permasalahan-permasalahan yang timbul jika air ketel uap tidak di olah.

Jika air ketel uap yang di gunakan tidak memenuhi persyaratan spesifikasi standar yang sesuai, maka dapat menimbulkan masalah-masalah antara lain :

4.1. Pembentukan kerak dan endapan

Pembentukan kerak ketel uap terjadi karena kotoran yang mengendap pada permukaan pemindahan panas, ataupun bahan padatan yang terlarut dan melayang dalam air (suspended) mengendap pada logam, menempel dan mengeras. Penguapan yang terjadi di dalam ketel uap menyebabkan kotoran semakin pekat. Terbentuknya kerak dan endapan pada ketel uap merupakan hal yang serius dalam produksi uap. Sebab terbentuknya kerak adalah karena menurunnya daya larut garam-garam yang membentuk kerak-kerak pada temperatur tinggi. Makin tinggi temperatur ketel uap, makin rendah daya larut garam-garam tersebut, yang menyebabkan pembentukan kerak yang lebih cepat pada dinding pipa. Hal ini berlaku untuk bahan-bahan kesadahan (hardness compounds) seperti :



Kotoran-kotoran yang terbawa oleh air kalau di panaskan maka mineral yang terlarut akan mengendap, endapannya yaitu : kerak (scale) yang menempel pada permukaan tube bagian yang terkena air dan endapan lumpur (sludge) yang tidak menempel di tube ketel uap. Kerak (scale) banyak menimbulkan masalah karena bila kerak (scale) tersebut menempel sukar untuk di bersihkan dan hanya dapat di bersihkan dengan bahan kimia, sedangkan

endapan lumpur didasar ketel uap dapat di keluarkan melalui katup pembuang air ketel uap (blow down valve).

Endapan jarang tersusun hanya dari satu unsur, tetapi biasanya tersusun dari campuran beberapa unsur kimia, dan juga merupakan hasil dari proses korosi dan kotoran lain di dalam air ketel.

Endapan ketel yang paling umum mengandung : kalsium karbonat, sulfat atau silikat , magnesium hidroksida atau silikat, besi oksida, silika, dan endapan lumpur yang telah di olah juga mungkin juga mengandung kalsium dan magnesium fosfat.

Ciri-ciri dari kerak :

- a. Kerak karbonat (CaCO_3)
 - keras dan padat
 - kristalnya halus
 - rapuh
 - larut dalam asam
- b. Kerak silikat (CaSiO_3)
 - keras seperti porselin
 - tidak larut dalam asam
- c. Kerak besi
 - Warna coklat kehitaman
 - larut dalam asam
- d. Kerak analciet ($\text{Na}_2 \text{O} \cdot \text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
 - Keras seperti porselin
 - Kristalnya halus
 - Keraknya sangat padat
 - Melekat sangat kuat pada logam
 - Mempunyai daya hantar panas sangat rendah
 - Tidak larut dalam asam.

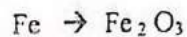
Masalah yang di timbulkan oleh endapan.

Lapisan air yang dekat dengan dinding ketel menjadi lebih pekat di bandingkan dengan air yang ada di sebelah dalam, sehingga lama kelamaan akan menebal dan mengeras dan terjadi kerak yang menempel pada dinding tersebut. Kerak merupakan lapisan yang mempunyai daya hantar panas yang rendah sekali, sehingga sangat mengurangi efisiensi ketel uap sampai dengan $\pm 10 \%$, hal ini merupakan pemborosan bahan bakar. Yang lebih berbahaya lagi jika terjadi pemanasan lebih (over heating) pada dinding ketel uap, hal ini dapat menyebabkan rusaknya dinding ketel uap bahkan keseluruhan ketel uap tersebut.

4.2. Korosi

Korosi adalah proses perubahan bentuk kimiawi dari logam yang disebabkan oleh bereaksi dengan bahan kimia yang ada di lingkungan, atau dapat di artikan sebagai kombinasi dari reaksi kimia dan aliran listrik. Korosi dapat menyerang permukaan logam secara luas dan dapat masuk kedalam logam. Korosi pada logam ketel uap pada dasarnya terutama karena reaksi logam dengan oksigen, antara lain seperti tekanan, keadaan asam dan bahan lain yang dapat menyebabkan korosi.

Contoh :



a. Bagian yang mengalami korosi

Korosi timbul pada sistem air pengisi sebagai akibat pH air yang terlalu rendah yang disebabkan terlarutnya gas-gas O_2 dan CO_2 didalam air. Korosi pada ketel uap sendiri biasanya timbul bila alkalinity dari air

ketel rendah atau apabila logam kontak dengan air pembawa O_2 baik selama operasi atau dalam keadaan berhenti. Suhu dan stress yang tinggi pada logam dari ketel cenderung mempercepat mekanisme korosi. Dalam sistem uap dan kondensat maka korosi biasanya terjadi sebagai hasil dari kontaminasi oleh CO_2 dan O_2 . Kontaminasi seperti NH_4OH ataupun gas yang mengandung belerang (S) dapat mengakibatkan korosi pada paduan tembaga (Cu) dalam sistem tersebut.

b. Kelelahan korosi

Keretakan jenis ini dalam ketel (logam) dapat timbul dengan dua cara yang berbeda :

- Stress yang berulang-ulang seperti yang di hasilkan oleh pemanasan dan pendinginan yang terlalu cepat terpusat pada titik-titik di mana korosi telah merusak permukaan, dan hal ini biasanya di kaitkan dengan pencegahan korosi yang tidak sempurna.
- Terjadi pada ketel uap dimana air ketel uap telah di olah secara tepat. Dalam hal ini kelelahan korosi adalah mungkin merupakan nama yang salah. Disini keretakan sering timbul dimana permukaan dari metal tertutup oleh lapisan oksida pelindung yang rapat dan kerapatan timbul oleh stress yang berulang-ulang yang bekerja padanya. Retak kelelahan korosi biasanya tebal, tumpul dan mengenai butiran-butiran logam. Biasanya mulai pada permukaan bagian dalam pipa dan paling sering disekeliling pipa.

c. Retak kaostik

Adalah suatu jenis kegagalan logam ketel uap yang serius dengan tanda khusus tidak terputus, umumnya merupakan retak intergranular.

Keretakan ini biasanya akibat dari pada :

- Logam mengalami stress
- Adanya silika dalam air
- Air ketel uap mengandung NaOH
- Kebocoran sedikit sehingga pada bagian metal yang mengalami stress terjadi pengentalan kadar NaOH.

Keretakan kaostik terutama merupakan masalah pada ketel uap model lama, karena menggunakan drum kelingan di mana terjadi stress pada daerah kelingan dan sambungan. Keretakan ini jarang terjadi dengan adanya drum model las-lasan pada ketel uap. Ujung pipa yang di rol mudah terkena oleh keretakan kaostik. Dalam program pengolahan air ketel uap maka kemungkinan terjadinya keretakan kaostik harus di pertimbangkan.

Masalah yang di sebabkan oleh korosi :

- Terjadi kerusakan pada logam ketel uap
 - Pengendapan dari hasil-hasil korosi membentuk endapan
 - Menyebabkan kobecoran pada pipa -pipa ketel
 - Korosi di bawah endapan tertentu akan melemahkan logam sehingga terjadi kegagalan dari pada pada pipa ketel
- Dalam sistem kondensat uap, penggantian dari pada saluran dan peralatan akibat korosi adalah mahal.

Usaha pencegahan korosi pada sistem ketel uap :

- Menghilangkan O_2 yang terlarut dalam air pengisi ketel uap
- Mengurangi jumlah CO_2 bebas di dalam sistem ketel uap
- Mengatur keadaan alkalin dalam air ketel uap

- Memelihara kebersihan pada permukaan bagian dalam pipa dan drum
- Menghilangkan gas-gas korosif di dalam sistem uap dan kondensat dengan pengolahan dengan bahan kimia.

Pemilihan dan pengontrolan bahan kimia untuk pencegahan korosi memerlukan pengertian yang menyeluruh dari sebab-sebab dan usaha-usaha pencegahannya.

4.3. Foam dan priming

Pembusaan (foaming) adalah terbentuknya gelembung air di dalam drum dan priming adalah permukaan air yang bergelombang di dalam drum.

Sebab-sebab terjadinya busa (foam) dan priming pada ketel uap adalah :

- Air di dalam ketel uap mengandung minyak dan caustic soda yang membentuk sabun dan menghasilkan busa.
- Konstruksi ketel uap yang tidak sesuai dengan desain
- Kecepatan yang M alkali terlalu tinggi
- Fluktuasi yang tiba-tiba di dalam air ketel uap, disamping itu kotoran yang ada di dalam air ketel uap akan mempercepat priming
- Pembuangan air ketel uap (blowdown) kurang efektif

5. Air kualitas rendah.

Air yang berkualitas rendah akan menghasilkan uap yang kurang baik, uap tersebut dapat membawa padatan yang terdapat dalam air ketel uap (carry over).

Ada 4 macam pencemaran uap yang terjadi di dalam air ketel uap (carry over), yaitu :

- Berbusa, di timbulkan oleh terlalu tingginya kadar zat padat dan zat yang terdapat mengembang dalam air ketel, serta oleh adanya lemak alkali secara berlebihan.
- Aquaglobejection, yaitu adanya tetesan air di dalam uap.
- Percikan-percikan air (priming) , gelombang yang timbul secara tiba-tiba pada air ketel uap.
- Kebocoran air akibat dari disain yang kurang baik atau pemasangan peralatan pemisah uap yang tidak tepat didalam suatu drum ketel.

Sebab terjadinya busa

Karena kadar padatan yang sangat tinggi didalam air ketel, biasanya bahan-bahan tertentu seperti alkali, minyak, lemak, pelumas, bahan-bahan organik tertentu, dan padatan tersuspensi sebagai penyebab utama.

Pengaruh padatan tersuspensi terhadap uap

Padatan tersuspensi berkumpul dalam lapisan permukaan yang mengelilingi suatu gelembung uap dan membuat lapisan tersebut lebih padat dan tidak mudah pecah, sehingga terjadi busa akibatnya uap yang dihasilkan kurang baik. Pengaruh padatan tersuspensi tergantung pada jenis dan jumlahnya, makin halus makin besar pengaruhnya.

Masalah yang akan timbul jika air terbawa ke dalam uap adalah :

- Penurunan dalam efisiensi pengoperasian
- Erosi dari pada turbin
- Terjadi endapan di dalam sistem uap dan kondensat, yaitu berasal dari padatan yang terlarut dan tersuspensi di dalam air ketel uap.

- Bila endapan terjadi di dalam superheater dan turbin, maka akan terjadi overheating dan kegagalan dari pipa-pipa superheater dan penurunan efisiensi pada turbin uap.
- Kotoran yang terbawa oleh uap akan menimbulkan banyak kesukaran dalam proses-proses dimana uap akan di gunakan.

Hal-hal yang menyebabkan air terbawa ke dalam uap adalah :

- Air terlalu tinggi
- Beban ketel uap terlampaui
- Perubahan beban ketel uap yang tiba-tiba.

Sering kali kondensat yang tercemar di kembalikan kedalam ketel uap, hal ini dapat mengakibatkan masalah terbawanya air ke dalam uap. Untuk itu kondensat yang telah tercemar harus dibuang. Untuk menghindari atau mencegah air terbawa kedalam uap yang disebabkan kadar kotoran yang tinggi dalam air ketel, maka di gunakan bahan kimia anti busa.

6. Pengolahan air ketel uap

Pengolahan air dapat di lakukan dengan dua cara :

a. Pengolahan di luar ketel uap (external treatment)

Pengolahan ini di lakukan secara mekanis di luar ketel uap dengan memberikan obat-obatan terhadap air sebelum air di masukan kedalam ketel uap.

b. Pengolahan di dalam ketel (internal treatment)

Pengolahan ini berupa pemberian (dosis) obat-obatan (chemical) langsung kedalam ketel uap bersama-sama dengan air pengisi ketel uap. Sehingga reaksi-reaksi yang timbul dengan obat-obatan tadi terjadi di dalam ketel uap pada suhu dan tekanan kerja ketel uap.

6.1. Pengolahan air di luar ketel uap (external treatment)

Adalah menghilangkan bahan tersuspensi atau warna dari persediaan air, bahan tersuspensi tersebut mungkin mengandung partikel besar yang dapat mengendap dengan mudah, untuk itu diperlukan peralatan berupa tangki atau bak pengendap ataupun saringan. Bila ukuran partikel bahan tersuspensi terlalu halus, maka kotoran tersebut dapat di pisahkan dengan pengendap saringan dan untuk memisahkannya dari air di gunakan bahan koagulant.

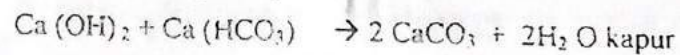
6.1.1. Koagulasi

Koagulasi adalah pengumpulan bersama dari kotoran yang halus ataupun koloid dalam air kedalam kelompok yang besar (massa) yang akan mengendap dengan segera atau dapat di saring untuk di pisahkan dari air. Partikel koloid mempunyai permukaan luas dan bermuatan negatif (-), saling mendorong dan tidak akan saling mengumpul, sehingga tetap dalam bentuk koloid. Koagulasi adalah netralisasi dari muatan negatif (-) dan memberikan inti untuk partikel tersuspensi saling menempel.

6.1.2. Pengendapan dengan cara kimia (presipitasi kimia)

Pada proses ini bahan kimia di tambahkan dan akan bereaksi dengan mineral yang terlarut dalam air dan membentuk bahan yang sukar larut yang akan mengendap. Presipitasi di gunakan untuk mengurangi kesadahan, alkalinitas dan silika. Sebagai contoh pelunakan dengan menggunakan kapur :

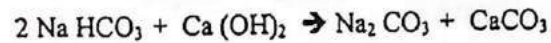
a. Pelunakan dengan kapur



$2 \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$
 dimana $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow$ endapan sebagai lumpur \rightarrow di pisahkan dengan penyaringan ataupun pengendapan.

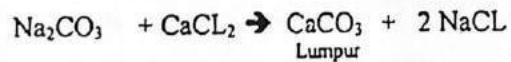
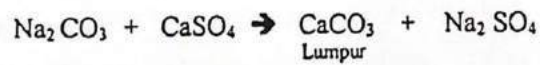
$\text{Ca}(\text{OH})_2$:

- Mengurangi kesadahan sementara (temporary hardness)
- Mengurangi alkalinitas bikarbonat



b. Reaksi dengan soda abu

Untuk mengurangi kesadahan non - bikarbonat (keadaan sulfat permanen).

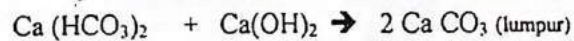


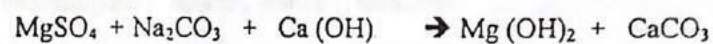
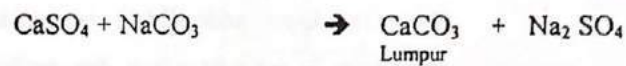
NaCl dan $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ tidak membentuk kerak

c. Pelunakan dengan soda kapur

Ada dua macam : terputus-putus dan kontinyu

1) Terputus-putus, mencampur air dengan bahan kimia dalam suatu tangki, di biarkan beberapa waktu untuk reaksi dan pengendapan dari pada lumpur dan air yang jernih di keluarkan.





2) Kontinyu

- Perbandingan
- Waktu reaksi
- pengeluaran air yang telah di lunakan.

Keuntungan dan kerugian pelunakan air dengan kapur soda

Keuntungan :

- Mengurangi kesadahan, alkalinitas dan silika dapat di kurangi
- Tidak perlu pekerjaan klasifikasi, karena bahan-bahan tersuspensi dan kekeruhan juga akan di hilangkan dalam proses tersebut.
- Proses kapur soda secara panas maka O_2 dan CO_3 ikut di hilangkan.

Kerugian :

- Kesadahan tidak hilang seluruhnya.
- Adanya bermacam-macam komposisi air mentah dan laju arus air, maka kontrol terhadap pemakaian bahan kimia tersebut sulit.

d. Pemakaian koagulant dalam proses kapur soda

Untuk mempercepat pengendapan dari lumpur yang terbentuk (CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$), maka di tambahkan bahan koagulant. Na aluminat memiliki keuntungan sebagai koagulant dalam proses pelunakan kapur soda, tidak seperti kebanyakan koagulant yang lain maka ia bersifat alkali dan terikat dalam reaksi pelunakan, terutama dalam reaksi pengurangan magnesium. Pemakaian koagulant secara efektif membantu menghilangkan silika. Dalam proses pelunakan silika cenderung di serap dalam gumpalan yang di hasilkan oleh koagulant dari lumpur.

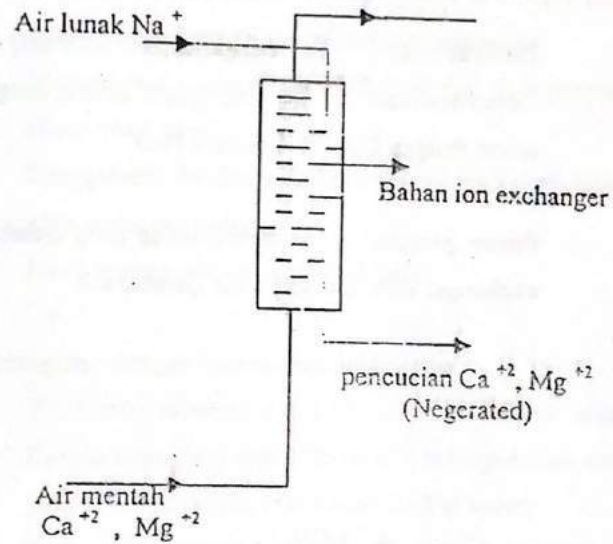
e. Na fosfat bereaksi dengan mudah dengan garam Ca dan Mg. Pelunakan fosfat hanya di gunakan bila keadaan air secara alami telah lunak atau terhadap air telah mengalami pelunakan pendahutuan. Bila kadar Mg tinggi maka endapan terlalu kental. Pelunakan fosfat dapat mengurangi kesadahan sampai menjadi rendah sekali.

6.1.3. Metoda pertukaran ion (Ion exchanger)

Metoda pertukaraan ion (ion exchanger), mineral yang larut dalam air membentuk ion yang bermuatan listrik. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{+2} + \text{CO}_3^{-2}$

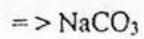
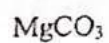
Bahan alam tertentu atau sintesis memiliki kemampuan untuk memisahkan ion-ion mineral dari air dalam pertukaran ion yang lain

- Reaksinya hanya dengan ion positif (+), misal Ca^{+2} , Mg^{+2}
- Reaksinya hanya dengan ion negatif (-), misalnya CO_3^{-2} , SO_4^{-2}



Gambar 6.1. Proses pertukaran ion

Air yang telah mengalami proses pertukaran ion.



Bahan ion exchanger ada 2 macam, yaitu :

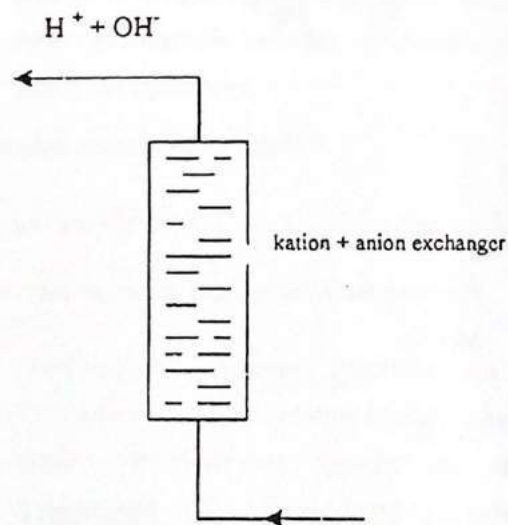
1. Kation positif (+) exchanger
2. Kation negatif (-) exchanger

Zeolit = kation exchanger → Na^+ , Al^{+3} , Si^{+2}

Dealkalinitas → menghilangkan alkalinity anion-exchanger

Demineralisasi → mengganti kation dengan H^+ dan mengganti anion dengan OH^- → Hasilnya H_2O

Proses pertukaran ion diperlihatkan pada Gambar 6.1, sedangkan ion exchanger diperlihatkan pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2. Ion exchanger

Keuntungan dari ion exchanger :

- Mudah di kontrol
- Perbedaan kesadahan dan kecepatan arus dari pada air mentah tidak mempengaruhi kesempurnaan pelunakan.
- Memerlukan ruang relatif lebih kecil dari pada proses kapur soda.
- Hasil lebih lunak
- Penggunaan dengan exchanger menguntungkan bila di kehendaki alkalinitas yang rendah.
- Hasil demineralisasi jauh lebih baik

Kerugian : dengan menggunakan Na cycle

- Total solid, alkalinitas dan silika dari air mentah tidak di kurangi.
- Karena sifat asam dari effluen bila menggunakan cation exchanger pada H^+ cycle asam, maka akan timbul korosi.
- Perlu pretreatment terhadap air mentah sebelum pelunakan air secara ion exchanger.

6.1.4. Kombinasi pengolahan kapur -zeolit dalam keadaan panas

Tujuan :

- Menghilangkan kesadahan , alkalinitas dan silika → kapur panas
- Pemurnian lebih lanjut dengan kation exchanger
- Hasil → pelunakan, pengurangan alkalinitas dan silika, pengurangan O_2 , menghilangkan bahan tersuspensi dan kekeruhan.

6.1.5. Deaerator

O₂ dalam air dapat menyebabkan korosi pada ketel uap, oleh sebab itu O₂ harus dihilangkan sebelum di masukan kedalam ketel , dengan menggunakan deaerator.

Deaerator adalah alat untuk mengeluarkan O₂ dalam air pengisi ketel uap yang di lakukan dengan cara mencampurkan air dengan uap dalam deaerating heater. Sebagian uap di keluarkan dan membawa sebagian besar O₂ dari air. Ada dua macam deaerator uap yaitu : jenis semburan (spray) dan jenis pancaran (tiang)

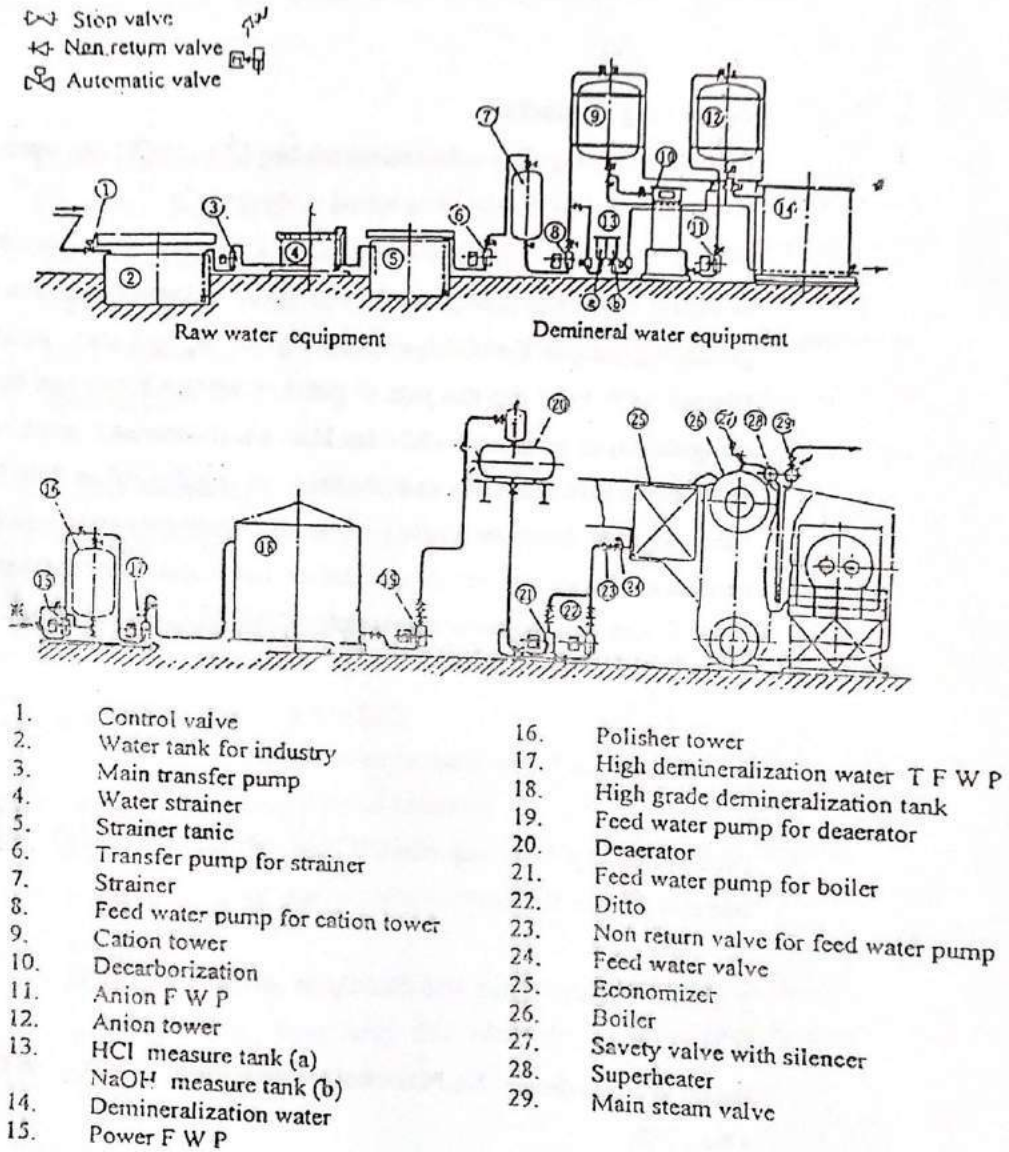
6.1.6. Demineralization water (penghilangan mineral pada air)

Mineral-mineral di dalam air pengisi ketel uap dapat menyebabkan gangguan-gangguan selama ketel uap beroperasi, oleh sebab itu harus dihilangkan sebelum di masukan kedalam ketel uap dengan menggunakan metoda Demineralization water seperti terlihat pada Gambar 6.3 di bawah ini.

6.2. Pengolahan air di dalam ketel uap (internal treatment)

Tujuan :

- Menghilangkan kesadahan dan mencegah pengendapan kerak pada logam ketel uap.
- Pengaturan bahan tersuspensi seperti lumpur dari kesadahan, oksida besi dalam ketel uap agar tidak melekat pada ketel uap.
- Menyediakan pelindung anti busa (anti foam) untuk memungkinkan suatu konsentrasi yang sesuai dari padatan yang terlarut dan tersuspensi di dalam air tanpa membawa busa ke dalam uap.
- Menghilangkan O₂ dari air ketel uap dan mengatur alkalinitas yang cukup untuk menghindari korosi pada ketel uap.



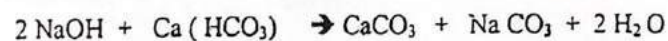
Gambar 6.3. Proses Demineralization water

Bahan yang di gunakan :

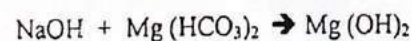
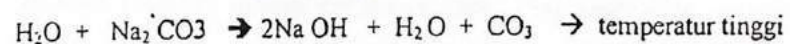
Bahan kimia yang di gunakan termasuk Na_2CO_3 , NaOH dan macam-macam Na fosfat. Bahan kimia akan bereaksi dengan Ca^{+2} dan Mg^{+2} dalam air pengisi ketel uap. Kadang-kadang di gunakan Na silikat (Na_2SiO_3) untuk mengatur alkalinitas dan bereaksi dengan Mg^{+2} . Untuk pengaturan lumpur di gunakan golongan Tanin, Lignin dan Alginat. Bahan-bahan ini stabil pada tekanan kerja ketel uap dan juga di gunakan sebagai bahan anti busa. Untuk mengikat O_2 di gunakan NaSO_3 dan Hidrasin (Hidrazine), untuk mencegah kerak dan korosi dari sistem air pengisi ketel uap digunakan Poly Fosfat dan bahan organik. Senyawa Amina yang mudah menguap yang digunakan untuk penetralan, bersama-sama dengan bahan lain untuk pembentukan film, di gunakan untuk pencegahan korosi yang disebabkan oleh kondensat.

Reaksi karbonat dalam ineternal treatment

Pada temperatur ketel uap ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) \rightarrow $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, atau bereaksi dengan NaOH



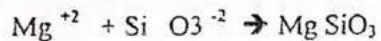
Dalam keadaan dingin Na_3PO_4 akan bereaksi dengan $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$



6.2.1. Reaksi sulfat dalam internal treatment

Pada suhu tinggi CaSO_4 tidak larut dan akan mengendap langsung pada permukaan logam ketel uap membentuk kerak. Oleh karena itu CaCO_3 harus di reaksikan agar mengendap dalam air dan di atur agar tidak membentuk kerak dan di keluarkan dengan jalan air ketel uap dibuang (blow down).

CaSO_4 bereaksi dengan Na_2CO_3 atau Na_3PO_4 atau Na_2SiO_3 untuk membentuk CaCO_3 atau $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ataupun CaSiO_3 .



6.2.2. Reaksi silikat dalam internal treatment

Pada air yang di olah maka silika akan mengendap langsung membentuk kerak atau bereaksi dengan $\text{Ca}^{+2} \rightarrow \text{CaSiO}_3$ (kerak keras)

Treatment terhadap silika dilakukan dengan mengatur alkalinitas tetap tinggi agar silika tetap larut. Bila ada Mg^{+2} maka akan bereaksi menjadi $\rightarrow \text{MgSiO}_3$ (lumpur)

6.2.3. Pengaturan Lumpur (sludge conditioning) dalam internal treatment.

Ada dua cara yaitu koagulasi dan dispersi. Bila lumpurnya banyak seperti pada air yang mempunyai kesadahan tinggi, maka praktis di lakukan koagulasi dimana partikel-partikel yang besar akan saling berkumpul dan di buang dengan cara blow down. Hal ini di lakukan dengan pengaturan yang tepat dari jumlah alkali, fosfat dan bahan

organik sesuai dengan hasil analisis air. Bila jumlah lumpur kecil seperti pada air yang mempunyai kesadahan rendah, maka di pakai bahan fosfat. Pada air ketel uap yang mengandung banyak lumpur dipakai bahan organik sludge dispersant, maka partikel halus akan terdispersikan keseluruh air.

6.2.4. Pengisian bahan-bahan kimia dalam internal treatment

Dalam bentuk larutan, menggunakan tangki dan proportionating pump.

1. Softening chemical (fosfat, soda ash, coustic dan lain-lain) di tambahkan langsung kedalam air pengisi ketel uap pada titik dekat pemasukan ke dalam drum ketel uap, tujuannya agar langsung bereaksi dengan air sebelum masuk kedaerah penghasil uap (steam generating).
2. Bahan kimia pengikat O_2 (sulfat dan hidrazine) dimasukan kedalam sistem air pengisi ketel uap.
3. Bahan kimia pencegah kerak dan korosi dalam sistem air pengisi ketel uap (poli fosfat bahan organik dan lain-lain sebagainya) harus di tambahkan kedalam sistem air pengisi ketel uap secara terus menerus.
4. Bahan kimia pencegah korosi pada sistem kondensat di tambahkan langsung kedalam uap atau kedalam sistem air pengisi ketel uap.

6.2.5. Pengontrolan dosis bahan kimia untuk internal treatment

Dosis bahan kimia ditambahkan berdasarkan jumlah kotoran yang terdapat di dalam air pengisi ketel.

Contoh :

- Bahan kimia pelunak tergantung kepada kesadahan air pengisi ketel uap.
- Sodium sulfit atau hidrazine tergantung pada O_2 yang terlarut dalam air pengisi ketel uap sebagai tambahan, untuk menjamin agar benar-benar dapat di olah secara baik maka di tambahkan bahan kimia extra sehingga didapat residu di dalam air ketel uap, sebagai dasar untuk pengontrolan pengolahan.

6.2.6. Pemeriksaan yang di gunakan untuk treatment control

Pemeriksaan rutin dari air ketel uap berbeda-beda sesuai dengan jenis pengolahan bahan kimia yang di pakai, yaitu : pemeriksaan alkalinitas, fosfat, sulfit dan warna organik.

Uji kesadahan air ketel uap jarang di lakukan sebab biasanya di anggap bila alkalinitas cukup dan atau terdapat fosfat dalam air ketel uap, maka kesadahan telah bereaksi secara sempurna. Dalam pemeriksaan sulfit bila residu dalam air cukup maka di anggap O_2 yang terlarut dalam air telah di hilangkan tetapi hal ini tidak selalu benar, teristimewa bila pengisian sulfit adalah tidak kontinyu dan apabila di gunakan sodium sulfit biasanya tanpa di analisa. Biasanya bahan anti busa di gabungkan di dalam pengolahan organik, sehingga pemeriksaan warna organik memberikan petunjuk yang baik kepada sludge conditioner (bahan pengatur lumpur) yang ada maupun kepada tingkat pengolahan anti busa.

7. Pengecekan bahan pencemaran

Pemeriksaan tergantung kepada jenis pencemaran yang di perkirakan. pemeriksaan yang sering di lakukan termasuk pemeriksaan besi, minyak dan silika. Pemeriksaan besi biasanya di lakukan untuk mengetahui hasil-hasil korosi yang terbawa kondensat, namun juga di laksanakan bila dalam air pengisi ketel uap mengandung besi. Minyak harus di periksa di laboratorium, namun pemeriksaan secara visual membantu untuk memperkirakan pencemaran secara kasar. Silika perlu di periksa untuk menentukan jumlah pembuangan air ketel uap (blow down) tambahan agar kadar silika tetap di bawah batas yang telah ditentukan (limit).

8. Pembuangan air ketel uap (blow down)

Yaitu pengeluaran air yang mengandung bahan terlarut pekat dan padatan tersuspensi dari dalam ketel uap. Air ketel uap yang telah dibuang di ganti dengan air pengisi ketel uap yang kandungan bahan padatnya lebih rendah sehingga air ketel uap mengalami penurunan konsentrasi padatan. Dengan pengaturan jumlah air yang dibuang (blow down quantity), maka jumlah padatan dalam air ketel uap dapat di kendalikan.

* Jumlah air ketel uap yang dibuang (blow down quantity)

Tergantung kepada seberapa besar kadar berbagai kotoran dari air pengisi ketel uap dapat di tolerir oleh ketel uap, makin tinggi kadar kotoran yang dapat ditolerir oleh ketel uap, maka jumlah air ketel uap yang dibuang (blow down) makin berkurang. Kotoran yang menentukan jumlah blow down adalah padatan tersuspensi, padatan terlarut, alkalinitas, silika dan besi.

- * Pemeriksaan yang di perlukan untuk pengaturan pembuangan air ketel uap

Dengan cara pemeriksaan daya hantar listrik dapat diperkirakan padatan yang terlarut dalam air ketel uap. Juga pemeriksaan kadar klorida, karena klorida tidak bereaksi dengan bahan pereaksi, untuk ketel uap bertekanan tinggi maka silika dan besi perlu di periksa.

9. Penyebab korosi dalam sistem kondensat

Disebabkan oleh adanya O_2 dan CO_2 yang terbawa oleh uap kedalam sistem tersebut, bila ada O_2 dan CO_2 maka korosi akan lebih cepat dan terjadi lubang kecil setempat. NH_4OH bila berada bersama O_2 dan CO_2 akan menyerang bahan paduan tembaga (Cu).

10. Mencegah korosi pada sistem Kondensat.

Dengan cara menghilangkan O_2 dalam air pengisi ketel uap dan melakukan pengolahan air pengisi ketel uap untuk mengurangi sebesar mungkin potensi pembentukan CO_2 dalam ketel uap. Cara lain adalah dengan pemakaian senyawa amina yang mudah menguap untuk menetralsir CO_2 dan atau suatu film inhibitor (lapisan tipis penghalang) yang mudah menguap untuk membentuk penghalang antara logam dan kondensat yang korosif.

11. Kerja bahan pembersih O_2 dalam pencegahan korosi pada sistem kondensat.

Deaerator dapat mengurangi O_2 sampai tersisa 0,007 ppm. Kadar ini masih dapat menyebabkan korosi, oleh karenanya perlu pengolahan kimia untuk menjamin bahwa O_2 dapat di hilangkan. Bahan kimia yang sering di gunakan adalah sodium sulfit, terutama yang di campur bahan katalisator. Reaksi harus cepat agar O_2 dapat di hilangkan sebelum air masuk kedalam ketel uap, kalau tidak O_2 akan keluar dari air ketel uap kedalam aliran uap dan akan memperbesar korosi.

12. Pencegahan pengendapan dan korosi dalam sistem air pengisi ketel uap.

Pengendapan (deposit) di akibatkan oleh kesadahan yang keluar selama air pengisi ketel uap melewati pemanas (ekonomiser) atau melewati jalan pengisian masuk kedalam ketel atau karena reaksi yang terlalu cepat dari bahan pelunak dengan kesadahan. Korosi dalam sistem ini timbul pada air ketel uap yang mempunyai alkalinitas yang rendah atau O_2 terlarut di dalam air. Pencegahannya dilakukan dengan cara menetralkan pH air dan penambahan sodium sulfat yang di kataliskan.

13. Pencegahan retak kaostik

Dengan menambahkan tanin, lignin, sodium nitrat untuk pencegahan pada kadar sampai 0,4 bagian dari kadar kaostik dalam air. Pencegahan dilakukan dengan mengatur kandungan bahan organik 80 - 100 ppm dan sodium nitrat 50 ppm.

14. Sistem kontrol air pengisi ketel uap otomatis (automatic feed water control system)

Dengan mempunyai kapasitas air pengisi ketel uap yang seimbang akan didapatkan penguapan uap air yang konstan selama ketel uap beroperasi. Untuk itu harus dijaga agar ketinggian air di dalam ketel uap berada diatas batas terendah yang diperbolehkan (safety low water level). Karena beban ketel uap yang selalu berubah-ubah atau air di dalam ketel berubah-ubah, maka digunakan kontrol otomatis untuk ketinggian air ketel uap (automatic water level control).

- a. Jenis kontrol air pengisi (feed water control) yang mengontrol sesuai dengan ketinggian level air yang naik dan turun.

- (1) Kontrol air pengisi dengan pelampung (float) yang naik dan turun
 - (2) Kontrol air pengisi dengan logam atau cairan mengembang atau menyusut
 - (3) Kontrol air pengisi dengan elektroda
- b. Ada yang tidak menggunakan kontrol air pengisi yang mengontrol sesuai dengan ketinggian level air, tetapi ada juga yang menggunakannya.
- (1) Feed water level up and down + steam flow control
 - (2) Feed water level up and down + steam flow + feed water flow control. Ketiga sistem kontrol ini biasanya digunakan pada ketel uap pembangkit tenaga listrik (power plant).