

BAB. II

TINJAUAN PUSTAKA

II. 1. BOILER

Boiler merupakan salah satu pesawat yang sangat vital dalam pengoperasian kapal tanker . Cargo yang diangkut tidak dapat berarti apa-apa bila tidak dapat ketangki penampungan didarat.

Untuk keperluan ini diperlukan pompa yang biasanya bergerak dengan memakai tenaga uap.

Uap dengan kondisi tertentu diperlukan untuk menggerakkan turbin uap, sehingga didapatkan kerja pemompaan yang seoptimal mungkin.

Dengan demikian waktu pemompaan dapat dilalui secara dengan rencana.

Tentunya hal ini hanya dapat tercapai bila boiler bekerja secara optimal, dalam arti dapat menghasilkan uap namun secara teknis maupun ekonomi dapat dipertanggung jawabkan.

II. 2. AIR PENGISIAN BOILER

Air yang digunakan untuk pengoperasian boiler seperti air perkotaan (PDAM), air industri (air olahan), air tanah dan air sungai pada umumnya mengandung berbagai jenis material-material partikel teruspensi, partikel terlarut dan gas-gas terlarut.

II. 3. 2 PENGOLAHAN AIR BOILER PROGRAM INDUSTRI

Program pengolahan air industri adalah suatu program yang lebih rumit, bila dibandingkan dengan program pengolahan air marine. Hal ini disebabkan sulit didapatnya boiler feed water yang memadai untuk digunakan sebagai air umpan boiler khususnya pada boiler bertekanan lebih besar 10 kg/cm^2 dan dalam kaitan ini mengharuskan penggunaan boiler feed water yang selunak-lunaknya.

SIKLUS KOSENTRASI

Selama boiler dioperasikan terjadi proses yang berulang-ulang, dimana fase berubah menjadi fase uap, pada pesawat condensor uap ini diubah menjadi air.

Proses ini merupakan suatu siklus

Akibat penambahan air boiler dan setelah air boiler melalui beberapa siklus maka kandungan mineral yang terlarut mencapai ambang batas maksimum tolak ukur.

FALSAFAH PENGOLAHAN

Falsafah pengolahan air boiler adalah mencegah deposisi mineral (kerak & lumpur), korosi dan carry over dengan menggunakan bahan kimia yang sesuai tepat guna.

Deposisi mineral.

Apabila boiler dioperasikan, maka akan timbul proses penguapan dan tinggal sisa-sisa mineral yang berupa padatan yang dapat membentuk kerak scale atau lumpur sludge

Pada prinsipnya proses penangkalan terbentuknya kerak adalah dengan mengendapkan Calcium dan Magnesium secepatnya segera sebelum zat tersebut menyentuh pipa boiler yang panas.

II. 4. PROSES PERAWATAN PEMBERSIHAN.

Dengan menerapkan prosedur perawatan ini adalah cara untuk mencegah terjadi kekerasan air baik yang bersifat sementara maupun yang bersifat kekal atau permanen. Proses ini juga berarti cara mengeluarkan gas-gas yang pada umumnya bersifat korosif terhadap bahan logam.

Perawatan pembersihan ini dapat diartikan menjaga air boiler terhadap kadar garam yang larut agar boiler tetap terkontrol.

DAMPAK NEGATIF ADANYA LAPISAN KERAK TERHADAP BOILER

1. Kerak merupakan isolator.

Panas yang dihasilkan dari pembakaran di ruang api tidak terserap dengan baik oleh air akibatnya suhu dari pipa-pipa boiler semakin meningkat.

Pada lapisan kerak yang tebal dapat meningkatkan suhu ini sedemikian tinggi sehingga dapat menimbulkan over heating yang akhirnya berakibat bocornya pipa boiler.

2. Kerak lunak serta lumpur lunak yang menempel pada pipa boiler mudah terlepas dan dapat mengakibatkan tertutupnya pipa boiler. Ini akan mengganggu

sirkulasi air boiler.

Kejadian ini sering mengakibatkan terbakarnya pipa-pipa boiler yang berakibat bocornya pipa-pipa atau melendungnya susunan dari pipa-pipa boiler tersebut.

3. Untuk dapat memproduksi uap dengan tekanan tertentu dibutuhkan pembakaran yang lebih banyak, akibatnya pemakaian bahan bakar semakin boros.
4. Efisiensi boiler menjadi menurun.
5. Dapat menimbulkan Under Deposit Corrosion atau korosi dibawah kerak.
Hal ini dapat menimbulkan pitting dan penipisan pipa-pipa boiler.

L U M P U R

Ada 2 (dua) bentuk lumpur yang terdapat dalam air ketel.

1. Lumpur akibat dari akumulasi endapan yang berasal dari proses penangkalan kerak yakni lumpur $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$
2. Lumpur yang terjadi akibat proses korosi pada boiler dan pipa-pipa system instalasi uap.

Lumpur dalam bentuk padatan yang keras lebih mudah di blow down

Bila lumpur tersebut lunak dan halus dapat ikut bersama sirkulasi air boiler serta menempel dipipa-pipa, hal ini dapat membahayakan bila lumpur terlalu banyak

Carry over dapat mengakibatkan dampak negatif antara lain :

1. Dapat menutup saluran gelas duga dan manometer yang mengakibatkan pembacaan tidak akurat.
2. Dapat menimbulkan kesulitan pada pesawat uap, seperti kemacetan pada governor urbine cargo pump dan kemacetan pada sorong uap pada mesin uap.
3. Steam menjadi kotor, yang dapat menyebabkan kebuntuan pada heating cargo tank.

KOROSI

Korosi termasuk utama kerusakan pipa boiler, korosi biasanya menyerang lekuk yang sempit pada sisi air, pada tempat sambungan las dan pada permukaan baja.

Korosi adalah serangan yang merusak terhadap metal karena proses kimia atau elektro kimia oleh lingkungannya tetapi kerusakan metal secara phisika bukanlah disebut korosi.

Pada boiler dan sistim pipa-pipa uap, korosi adalah akibat larutnya metal dalam air dan akibat kondisi air yang agresif.

Korosi pada boiler dapat terjadi karena adanya Oksigen (O_2), CO_2 terlarut dalam air boiler dan PH yang rendah dibawah 7. Biasanya hasil korosi (karat) akan menumpuk dibagian bawah boiler (header).

Untuk mencegah timbulnya korosi karena gas O_2 terlarut, biasanya dilakukan pemanasan awal pada boiler dan penambahan kimia pengikat O_2 biasanya memakai Hydrazine.

Korosi didalam boiler biasanya bermula sebagai pitting (lubang) yang dapat mengurangi ketebalan pipa atau drum.

Bila batas ketebalan yang diijinkan terlewati dapat menimbulkan kebocoran. Disini perlu diingat kebocoran kecil pada bejana bertekanan dapat menyebabkan crack retak dengan panjang 10 kali.

Perawatan adalah suatu konsepsi dari semua kegiatan yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas air pengisian boiler agar tetap berfungsi dengan baik untuk itu air pengisian boiler yang sekarang ini digunakan dikapal-kapal tanker adalah air pengisian dari darat yang banyak mengandung komponen-komponen pembentuk kerak yang sangat tinggi.

Jika mempergunakan evaporator yang dapat merubah air laut menjadi air tawar dimana air laut terdiri dari bermacam-macam mineral yang terlarut sekitar 45 Substances dengan total padatan 34.450 PPM atau 3,445 % dari volume air laut, yang terdiri atas :

Sodium N^+	10.500 ppm	
Calcium Ca^{++}	400 ppm	Referensi
Magnesium Mg^{++}	1.250 ppm	> No.1
Chloride CL^-	19.000 ppm	Hal. 3 & 4
Sulfate SO_4^{--}	2.700 ppm	

Komposisi kandungan mineral terlarut yang dibenarkan untuk air pengisian boiler adalah :

Total Hardness	< 0,1 ppm	
Chlorida	< 0,5 ppm	Referensi
Silica	< 0 ppm	> No.1 hal 4
Conduetivity	< 20 mhoss	
TDS	< 10 ppm	

TDS = Total Dissolved Solid yaitu padatan terlarut dan zat suspended solid (padatan melayang).

Meskipun air pengisian diambil dari air suling yang dihasilkan evaporator yang ada dikapal, namun air tsb tidak dapat 100% murni sesuai dengan apa yang diharuskan untuk air pengisian boiler akan tetapi masih banyak mengandung kadar garam maupun unsur-unsur kimia lainnya, karena memang kemungkinan sangat kecil bahkan dapat dikatakan tidak mungkin untuk mendapatkan air yang betul-betul 100% murni sebagai air pengisian boiler dan inilah gunanya perawatan air pengisian boiler.

Pada umumnya perawatan atau pemeliharaan terhadap air pengisian boiler yang masih mengandung unsur-unsur kimia, didalam boiler tidak sampai terjadi endapan yang keras atau melekat atau penumpukan lumpur yang banyak. Unsur-unsur yang dapat membentuk endapan yang keras yang harus dihilangkan atau dikeluarkan dari dalam dengan jalan di-blow down.

Unsur-unsur Calsium (Ca), Magnesium (Mg), serta unsur-unsur yang membentuk endapan yang bereaksi dengan unsur-unsur lain Silicium dioksida (SiO_2) dan perawatan terhadap jenis-jenis garam masih larut harus dijaga pada kadar yang rendah agar tidak terjadi korosi pada bagian-bagian dari boiler yang terendam dengan air (Referensi No. 1 hal 11).

Perawatan ini tidak hanya mencegah terjadinya korosi akan tetapi juga sedapat mungkin hindari pensupplyan air pengisian boiler dari pelabuhan yang kadar Total Harnessnya tinggi

Persoalan pemeliharaan air boiler lainnya lagi dan penting juga adalah pemeliharaan air dari gas-gas yang dapat menyebabkan korosi dan juga penjagaan terhadap persamaan atau kebiasaan air boiler tersebut.

Maksud dan tujuan pemeliharaan air pengisian boiler adalah :

- a. Menghindari terjadinya kerusakan fatal dalam boiler yang disebabkan korosi.
- b. Menghindari terjadinya kerusakan diperalatan-peralatan pada jalur pengoperasian steam, misalnya dipipa-pipa super heater.

c. Melestarikan peralatan supaya dapat beroperasi dalam kondisi efisien.

Untuk menjaga atau merawat air boiler tentunya harus ada usaha-usaha untuk mencegah hal-hal seperti diatas karena kita ketahui air pengisian boiler tidak 100% murni atau memenuhi syarat sebagai air pengisian boiler.

Usaha-usaha sebagai perawatan air boiler tersebut adalah dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia pada air boiler yaitu untuk menghilangkan endapan-endapan yang terjadi dan apabila air boiler hasil dari pengetesan telah menunjukkan kenaikan kadar garam maka air boiler harus segera di blow down dan diganti dengan air pengisian baru. Untuk mengurangi gas-gas yang bersifat korosif yang terkandung dalam air boiler dapat dihilangkan dengan pemanasan awal mempergunakan pesawat pesawat deaerator dengan tujuan menghilangkan gas-gas CO_2 dan O_2 agar tidak korosi terhadap logam atau dengan penambahan bahan kimia. (Referensi No.1 hal 51).

Untuk menjaga keasaman atau kebasaaan air boiler harus diadakan pemeriksaan alkali air boiler yang teliti dan teratur.

Hal tersebut diatas adalah pekerjaan untuk menjaga atau memelihara air boiler yang baik. Didalam air boiler tersebut masih terdapat adanya unsur-unsur yang ikut dalam air pengisian.

Unsur-unsur yang dimaksud adalah :

I. Bahan kekerasan

a. Kekerasan Sementara

Terdiri dari unsur-unsur jenis Karbonat seperti Calcium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), Magnesium $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

b. Kekerasan kekal :

Terdiri dari unsur-unsur jenis sulfat dan chlorida, seperti Calcium Sulfat (CaSO_4), Magnesium Sulfat (MgSO_4), Magnesium Chlorida (MgCl_2).

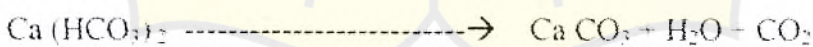
2. Garam dapur (NaCl).
3. Silicium dioksida (SiO_2).
4. Gas-gas yang bersifat korosif seperti CO_2 , O_2 dsb.
5. Unsur-unsur organis (berasal dari tumbuh-tumbuhan atau binatang).

6. SIFAT-SIFAT UNSUR YANG TERKANDUNG DALAM AIR BOILER.

Adapun sifat-sifat unsur tersebut adalah :

1.a. Bahan kekerasan sementara

Biasanya unsur ini disebut juga kekerasan bikarbonat golongan ini mudah larut dalam air pada suhu rendah dan sebaliknya akan memisah pada suhu yang tinggi.



Reaksi ini pada suhu udara luar mudah berjalan kearah kiri sedang pada suhu yang tinggi akan menuju kearah kanan proses berlangsung pada suhu 100°C sebagai dari suatu kekerasan dapat dipisahkan dan terutama Carbon dioksida (CO_2) sudah dapat dikeluarkan (Referensi No.1 hal.5 & 6).

CaCO_3 kurang bagus, karena dengan O_2 akan merusak baja akan membentuk ferro karbonat.

1.b Bahan kekerasan kekal

Unsur utamanya adalah CaSO_4 (Gips) dan akan mengendap pada luas dipanaskan. Kalsium sulfat yang terdapat sebagai deposisi kerak, hal ini dapat terjadi bila ada kebocoran pada condensor distilat sehingga kemungkinan masuknya air laut yang dapat menyebabkan adanya kontaminasi kalsium sulfat dalam distilat, endapan ini adalah berupa batu boiler yang merupakan lapisan yang keras pada suhu tinggi 200°C kelarutannya dapat berkurang (Referensi No. 1 hal 7 Boiler)

Batu boiler sangat menghambat penyerapan panas terutama pada pipa-pipa sekitar dapur dimana terdapat suhu yang tinggi.

Adanya lapisan endapan ini meskipun merupakan lapisan tipis pada bagian sebelah dalam dari sebuah pipa air sudah dapat menimbulkan suhu bahan yang tinggi, sehingga mengakibatkan menurunnya kekuatan bahan dari pipa air tersebut. Pada lapisan kerak yang tebal peningkatan suhu ini sedemikian tingginya, akibatnya suhu dari pipa boiler semakin meningkat, sehingga dapat menimbulkan over heating yang akhirnya berakibat bocornya pipa air boiler.

Adanya kerak yang menempel serta penumpukan yang banyak mengakibatkan terhalangnya sirkulasi air didalam pipa.

Bahan kimia yang digunakan tidak memadai lagi untuk mencegah terbentuknya kerak dengan demikian pembentukan lumpur didalam boiler meningkat ini merupakan buntunya pipa-pipa generating tube didalam boiler.

Produksi steam yang dihasilkan dengan adanya lumpur itu kurang baik kemurniannya dan air boiler akan kotor seperti susu.

I. c. Garam Dapur

Dengan adanya garam ini didalam boiler maka akan menyebabkan mendidihnya air boiler dan timbulnya buih atau busa, sehingga uapnya banyak mengandung butiran butiran air dan kotoran.

Jika butiran-butiran air dan kotoran sampai dipemanas lanjut uap, dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan pada sudu-sudu turbin karena erosi, korosi dan getaran. Kesukaran lain yang dapat ditimbulkan oleh garam dapur adalah bahwa penguapan air didalam boiler tidak tenang. Garam ini tidak mengendap pada boiler secara langsung kecuali batas kejenuhannya telah dilewati.

Natrium Chlorida dapat memberi dampak sisa chlorida berlebihan bila terjadi kontaminasi antara air kondensat.

1.d. Silicon Dioksida (SiO_2)

Sebagai sisa-sisa mineral yang merupakan bagian dari air padatan tersuspensi. Unsur ini larut baik dalam air maupun steam dan terutama pada uap tekanan tinggi kelarutannya bertambah.

Dengan demikian unsur ini akan ikut steam sampai kepesawat-pesawat yang tenaga penggerakannya mempergunakan steam, misalnya didalam turbin cargo pump karena ekspansi steam, maka kelarutannya akan berkurang dan ini berlangsung didalam turbin sehingga akan terjadi endapan-endapan lumpur SiO_2 di sudu-sudu, unsur ini berupa garam CaSiO_3 .

1.e. Gas-Gas

Gas yang terkandung dalam air pengisian pada umumnya bersifat korosif sehingga air pengisi sebelum masuk ke boiler sifatnya penting sekali, agar gas-gas itu dihilangkan atau dikeluarkan.

Pengeluaran gas-gas sebelum air pengisi masuk boiler dapat dilakukan dengan cara thermis didalam pesawat awal atau pesawat deaerator.

Oksigen terlarut merupakan penyebab utama dari korosi, terutama pada bagian metal yang terendam air secara alami, besi didalam air dapat membentuk besi gamma yang bersifat magnetide berguna sebagai anti

CaSO_4 akan mengendap, sedangkan Na_2SO_4 garam glauber tidak berakibat buruk terhadap boiler.

Umumnya desposisi kerak disebabkan oleh efek panas dari boiler terutama dipermukaan pipa boiler terhadap air pengisian yang mengandung garam mineral terlarut. Pada dasarnya proses penanggulangan terbentuknya kerak adalah dengan mengendapkan Calcium dan Magnesium secepatnya segera sebelum unsure-unsur tersebut menyentuh pipa boiler yang panas, endapan tersebut sebagai padatan tersuspensi yang tidak melakat dan dapat di blow down.

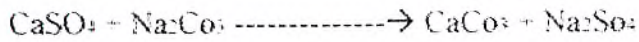
Untuk boiler dengan tekanan lebih besar dari 12 kg/cm^2 dan penggulungannya dipergunakan unsur-unsur kimia diantaranya sebagai berikut :

Bahan phospat digunakan untuk pembersihan terhadap unsur yang menyebabkan kekerasan sedikit. kelebihan bahan phospat berguna untuk :

- Menghilangkan unsur-unsur kekerasan baru yang masuk dengan air pengisi.
- Mencegah pembentukan CaSiO_3 , bahan ini ikut larut dengan uap dan dapat mengendap di sudu-sudu turbin Cargo pump.

Bahan soda digunakan untuk alkalitas karena sifatnya asam dapat menyebabkan korosi.

Bahan soda NaCO₃



CaSO₄ garam glauber tetap sebagai larutan dan tidak ada pengaruh buruk pada boiler. Sedangkan CaCO₃ akan mengendap dan dapat dibuang keluar (blow down)

Bahan Kongulasi

Terdiri dari bahan tenine (kanji-aci), bahan ini tidak mengandung persenyawaan atau reaksi kimia dengan air boiler. Endapan yang berasal dari bahan phospat sifatnya ringan sehingga dalam keadaan melayang-layang, endapan demikian tidak dapat dikeluarkan. Untuk itu bahan koagulasi menjadi pengikat sehingga endapan yang melayang dijadikan satu sehingga menjadi agak berat dan terkumpul dibawah dengan demikian hasil endapan dapat dikeluarkan.

2.b. Mengeluarkan Gas-gas

Pesawat pemanas awal atau deaerator gunanya untuk mengeluarkan gas-gas secara thermis, dimana baik CO₂ (carbon dioksida) dapat dikeluarkan sebelum air pengisian masuk ke dalam boiler.

Kemungkinan masih adanya gas-gas masih terbawa ikut kedalam boiler, untuk itu cara mengeluarkannya digunakan secara thermis yaitu menggunakan unsur kimia.

Sebaiknya bahan larutan yang berasal dari kadar chlorida didalam boiler dapat semakin tinggi dan mempengaruhi kadar garam yang larut dalam air boiler. Kadar larutan ini harus dijaga sampai pada batas yang diperbolehkan. Karena dapat mempengaruhi terjadinya air boiler yang mendidih. Sebab itu perlu diperiksa nilai khlorida didalam air boiler jika nilai ini telah mencapai batas maksimumnya, maka perlu dilakukan pembuangan keluar (blow down).

Jika air didalam boiler mendidih, dalam steam ada bagian-bagian air yang dengan sendirinya didalam butir-butir air terdapat larutannya. Bila uap tersebut sampai di pemanas uap lanjut maka airnya akan menjadi steam, tetapi dengan meninggalkan larutannya didalam pemanas uap lanjut sehingga pada pipa-pipa pemanas lanjut timbul endapan. lapisan endapan ini dapat menyebabkan suhu bahan naik dan terbakar atau lebih cepat rusak.

Apabila suatu ikatan yang mengandung atom H molekul OH dalam jumlah sedikit dilarutkan dalam air maka molekul-molekul dari ikatan diatas dipisahkan didalam air terbentuk bagian yang pada satu pihak terdiri dari atom H dan OH molekul dari ikatan semula.

Dari air murni telah ada pemisahan dari beberapa molekul :



Disini terjadi H dan OH dalam jumlah yang seimbang karena terjadi pemisahan molekul-molekul air dari bahan-bahan larutan, masing-masing mempunyai

pengalaman pribadi yang pernah didapat selama bertugas, sehingga timbul kerusakan-kerusakan yang fatal. Kerusakan fatal ini karena adanya perawatan yang tidak berencana.

Untuk menghindari kejadian-kejadian tersebut maka perlu adanya personil yang professional dan diterapkannya fungsi manajemen di atas kapal serta pelaksanaan perawatan berencana sebagai tindak preventif dan korektif dalam melaksanakan perawatan yang benar.

Boiler merupakan salah satu pesawat yang sangat vital dalam pengoperasian kapal tanker. Muatan yang diangkut tidak dapat berarti apa-apa bila tidak dibongkar ketangi penampungan didarat.

Untuk keperluan ini diperlukan pompa yang biasanya bergerak dengan memakai tenaga uap.

Uap dengan kondisi tertentu diperlukan untuk menggerakkan turbin uap, sehingga didapatkan kerja pemompaan yang seoptimal mungkin.

Dengan demikian diharapkan pemompaan dapat dilalui sesuai dengan rencana. Tentunya hal ini hanya dapat tercapai bila boiler bekerja secara optimal, dalam arti dapat menghasilkan uap, namun secara teknis dan ekonomis dapat dipertanggung jawabkan.

KEBOCORAN

1. Kebocoran dapat terjadi pada sambungan pipa-pipa yang bertekanan vacuum dan kemungkinan air laut dapat masuk kedalam, apabila ini terjadi maka kejadian ini adalah dampak korosi yang terparah.

2. Bila kebocoran ini terjadi pada kondensor utama, maka air laut dengan mudah masuk dan mengotori air kondensat juga kontaminasi dengan minyak yang kemungkinan besar dapat masuk kedalam kondensor. Kontaminasi air laut dan minyak yang dapat masuk kedalam pipa-pipa kondensat dan kembali ketangkai air pengisian boiler lalu masuk kedalam boiler dapat menyebabkan keusakan.

Itulah sebabnya kadar garam pada air boiler harus dijaga pada nilai serendah mungkin tidak boleh melewati maximum. Kebocoran disebabkan dari korosi, korosi ini dapat disebabkan karena kecepatan yang tinggi ikut kecepatan nap unsur garam dan akan beresekan atau bergerak pada sudu-sudu.

3. Secara alami korosi dapat terjadi karena adanya gas oksigen berlarut dan CO₂ terlarut. Kemungkinan masih adanya gas-gas yang terdawa ikut masuk kedalam boiler masih tetap ada cara pengeluaran atau menghilangkannya dilakukan secara reaksi kimia.

NONTAMINASI MINYAK DALAM AIR

Biasanya minyak masuk ke dalam air Boiler melalui heating yang bocor. Apabila minyak sampai masuk kedalam boiler akan menutupi

Dapat juga jika waktu mengijinkan air boiler dibuang dan adakan sirkulasi dengan cara beberapa kali sampai bersih. jika ini sering dilakukan kebocoran dari pipa air boiler dapat dicegah paling tidak mengurangi timbulnya kebocoran.

