

PENCEGAHAN KOROSI DENGAN BOILER WATER TREATMENT (BWT) PADA KETEL UAP KAPAL.

Sulaiman

Program Studi Diploma III Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

ABSTRACT

This paper explained about a using of Boiler Water Treatment (BWT) as corrosion protection for boiler on ship. BWT used as addition on boiler water, which used destilat water. As experiment results, BWT used on destilat water and destilat - seawater mixed given not koagulan patch on. The simulation given not satisfied results, caused by good not equipment.

Key word : Boiler Water Treatment, corrosion protection.

1. PENDAHULUAN.

BWT adalah suatu zat kimia tunggal atau campuran yang ditambahkan pada air ketel yang sudah berada dalam ketel uap kapal, yang berfungsi untuk:

- Mencegah korosi pada dinding ketel
- Mencegah terbentuknya kerak.

Dengan penambahan BWT dalam air ketel diharapkan ketel akan tahan lama karena korosi terhadap dinding ketel dihambat dan pemakaian bahan bakar tidak boros karena tidak terjadi kerak pada dinding ketel.

Sebagaimana diketahui kerak pada dinding ketel merupakan penghantar panas yang jelek sehingga air dalam ketel lama akan mendidih dan akan terjadi *over heating* pada tabung-tabung pemanas.

Air ketel yang digunakan pada kapal dapat berasal dari :

- Air laut yang diuapkan (didestilasi di kapal).
- Air tawar yang diambil di kapal.

Pada kapal yang menggunakan air ketel hasil destilasi dari air laut, komposisi zat padat yang terlarut kurang lebih sebagai berikut :

- Kalsium bikarbonat $\text{Ca} ((\text{HCO}_3)_2)$: 180 PPM
- Kalsium sulfat CaSO_4 : 1.220 PPM.
- Magnesium sulfat MgSO_4 : 1.960 PPM.

- Magesium Clorida MgCl_2 : 3.300 PPM.
- Natrium clorida NaCl : 25.620 PPM.

Sebagaimana diketahui, logam utama pembentuk kerak adalah logam kalsium dan magnesium.

Dari hasil analisis diatas jelas bahwa apabila air laut masuk ke dalam ketel, maka segera akan terjadi pembentukan kerak dan korosi terutama kalau ada gas oksigen yang terlarut. Pada penggunaan air ketel hasil destilasi tidak mungkin didapat air murni dalam arti bebas mineral, oleh sebab itu maka perlu adanya zat tambahan untuk mencegah korosi, dalam hal ini zat tambahan yang digunakan untuk mencegah korosi pada ketel uap kapal adalah *Boiler Water Treatment* (BWT).

2. PERMASALAHAN

Mengingat pentingnya penggunaan BWT, untuk mencegah korosi pada ketel uap kapal maka yang akan dibahas adalah:

- Mengapa terjadi korosi dan terdapat kerak pada dinding ketel uap kapal?
- Sampai sejauh mana kemampuan BWT dalam mencegah korosi dan kerak pada dinding ketel uap kapal?
- Bagaimana cara memproduksi BWT dan bagaimana pengontrolan kualitasnya?

3. PEMBAHASAN

3.1. TERJADINYA KOROSI PADA KETEL UAP KAPAL.

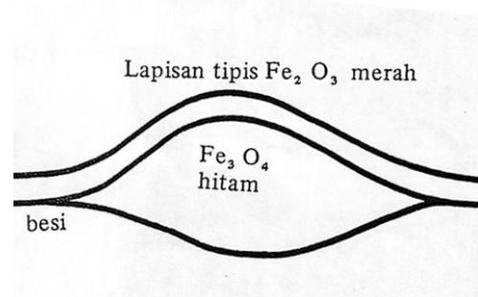
Korosi adalah perusakan dinding ketel dari permukaan dinding ke arah dalam. Korosi pada ketel uap kapal dapat dibedakan menjadi :

- Korosi dinding sebelah dalam (bagian yang terkena air).
- Korosi dinding sebelah luar (bagian yang terkena api).

Pada kesempatan kali ini hanya akan diuraikan mengenai korosi dinding bagian dalam yang disebabkan oleh air ketel uap yang mengandung kotoran.

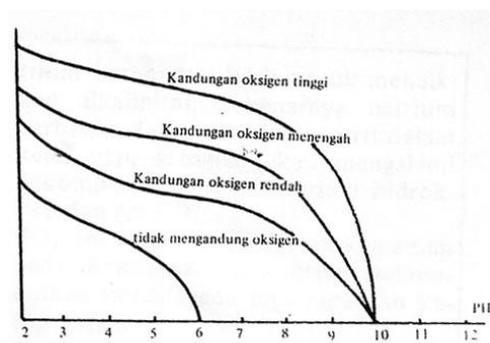
Korosi dinding sebelah dalam dapat berbentuk :

- Lubang (*Pitting*).
Pitting adalah bentuk korosi berupa lubang – lubang, terutama disebabkan oleh air ketel yang pH nya antara 6 dan 9 dan mengandung oksigen yang terlarut. Peristiwa ini sesungguhnya adalah proses elektrokimia. Permukaan logam apabila kontak dengan atmosfer, cenderung berubah menjadi kondisi alamiahnya. Bila oksigen terlarut dalam air, maka terbentuklah oksida besi yang berwarna merah pada permukaannya dan oksida ini akan terbentuk terus sehingga seluruh besi tersebut menjadi berkarat. Bila kadar oksigen yang terlarut terbatas, oksida tidak akan terjadi tetapi permukaan besi menjadi kusam. Warna kusam ini sebenarnya adalah terbentuknya sebuah lapisan tipis dari oksida besi pada permukaan logam yang tidak teroksidasi secara penuh sebagaimana terjadi pada oksida besi yang berwarna merah. Pada alkalinitas tertentu lapisan tipis ini menjadi lebih stabil dan dapat memberikan perlindungan lebih baik pada besi.

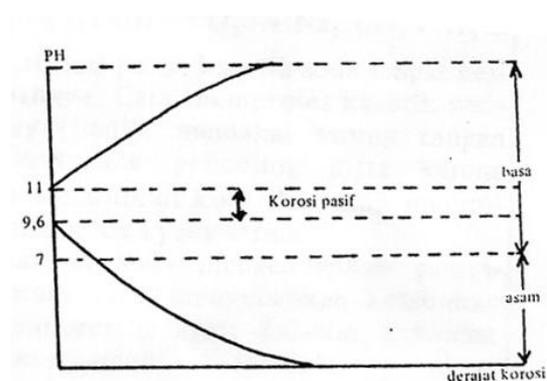


Gambar 1 Korosi bentuk pitting.

Hubungan antara derajat korosi, alkalinitas dan kandungan oksigen yang terlarut dapat digambarkan seperti pada gambar 2 dan 3.



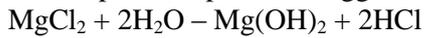
Gambar 2 Hubungan derajat korosi, alkalinitas serta kandungan oksigen terlarut.



Gambar 3 Hubungan pH dengan derajat korosi.

- Penipisan (*General Wasting*).
Bentuk korosi ini terjadi apabila air ketel yang terkontaminasi dengan air laut yang cenderung akan menjadi sedikit asam. Hal ini mungkin karena

dekomposisi dari garam magnesium klorida pada temperature tinggi.



- c. Bentuk korosi-korosi lain seperti korosi karena kelelahan logam, korosi karena kelebihan kaustik soda dan lain-lain tidak langsung akibat dari kondisi air ketel.

3.2. TERBENTUKNYA KERAK (SCALE) PADA KETEL UAP KAPAL.

Kelarutan dari suatu garam tergantung dari keadaan garam itu sendiri secara alamiah, temperatur larutan, adanya zat padat lain dan gas yang terlarut, dan tekanan yang diberikan kepada larutan tersebut.

Kebanyakan garam lebih larut pada temperatur tinggi daripada temperatur rendah, tetapi ada garam yang kelarutannya akan menurun pada kenaikan temperatur.

Pada saat penguapan berjalan dalam ketel, maka air akan menjadi uap tetapi garam-garam yang terlarut akan tetap dalam larutan sehingga konsentrasinya akan naik. Keadaan ini dimana jumlah garam yang terlarut lebih besar daripada kelarutannya menyebabkan garam akan "terlempar" dari larutannya dan membentuk kerak yang padat dan menempel pada permukaan ketel.

Analisa kimia menunjukkan bahwa zat utama dari kerak yang keras adalah kalsium sulfat dan kalsium silikat serta magnesium silikat.

Akibat pembentukan kerak terutama menyebabkan :

- a. Efisiensi ketel menurun.
- b. Kerak mencegah konveksi panas dari dinding metal kepada air.

3.3. KEMAMPUAN BWT DALAM MENEGAH KOROSI.

Fungsi utama BWT adalah mencegah korosi dan mencegah terbentuknya kerak. Oleh sebab itu kemampuan BWT yang diharapkan adalah :

- a. Mampu mengendapkan garam-garam yang dapat mengerak agar dapat menjadi endapan berupa lumpur yang tidak lengket pada dinding ketel.

- b. Mampu mempertahankan zat-zat pengendap dalam jumlah kecil tetapi cukup, dan alkalinitas dari air ketel.
- c. Mampu menurunkan kadar oksigen terlarut hingga minimum.
- d. Mampu mencegah pembentukan busa yang berakibat makin cepat terbentuknya kerak.

Zat-zat kimia yang dapat memenuhi tuntutan di atas adalah zat-zat alkali garam-garam fosfat, zat tambahan organik dan zat-zat pengusir oksigen.

Zat-zat komponen BWT diantaranya adalah :

- 1) Zat alkali, yang biasa digunakan adalah :

- a. Kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
Cara kerja kalsium hidroksida adalah mengendapkan garam yang menyebabkan kesadahan temporer yaitu kalsium dan magnesium bikarbonat.
- b. Natrium karbonat Na_2CO_3 .
Natrium karbonat bereaksi dengan garam yang menyebabkan kesadahan permanen, mengendapkan CaCO_3 dan MgCO_3 .
- c. Natrium hidroksida NaOH (Kaustik Soda).

Zat padat warna putih mudah larut dalam air dan menimbulkan panas, membentuk larutan yang sangat alkalis, di udara terbuka akan meleleh karena mengikat lembap udara, tetapi lama kelamaan akan memadat lagi karena adanya CO_2 dalam udara.

Kaustik soda mengendapkan garam-garam yang menyebabkan kesadahan temporer menjadi kalsium karbonat dan magnesium hidroksida.

- 2) Garam fosfat.

Garam fosfat yang biasa digunakan adalah :

- a. Natrium heksameta fosfat $(\text{NaPO}_3)_6$
- b. Dinatrium hydrogen fosfat Na_2HPO_4 .
- c. Trinatrium fosfat Na_3PO_4 .

- 3) Zat tambahan organik.

Bermacam-macam zat tambahan organik dapat ditambahkan ke dalam air ketel. Zat tambahan organik yang ditambahkan antara lain :

- a. Tanin.
 - b. Tepung.
 - c. Amine.
- 4) Zat pengusir oksigen.

Jumlah oksigen yang terlarut dalam air ketel sangat berpengaruh pada proses korosi, terutama pada tekanan di atas 300 lb/Sq. in.

Zat pengusir oksigen antara lain Natrium sulfit (Na_2SO_3) dan hydrazine (N_2H_4).

3.4. CARA MEMPRODUKSI BWT.

Bwt yang diproduksi pada saat ini adalah BWT khusus untuk kapal perang, dengan komponen penyusunnya antara lain :

- a. Natrium Karbonat.
- b. Natrium Fosfat
- c. Amylum (Starch).

Cara memproduksi BWT adalah sebagai berikut :

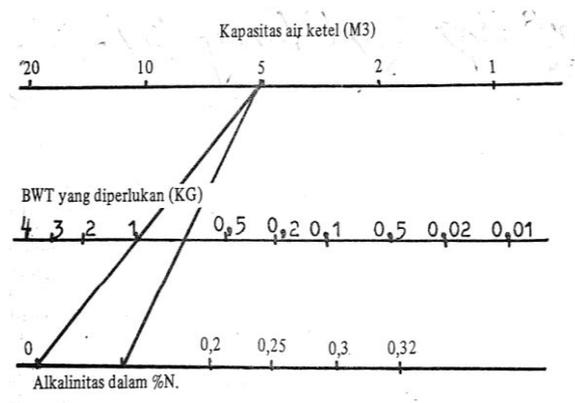
- 1) Bahan baku ditimbang tiap batch 50 – 100 Kg.
- 2) Kemudian bahan baku dimasukkan ke dalam mesin granulasi untuk menghaluskan.
- 3) Setelah itu ke dalam mixer selama 30 menit.
- 4) Kemudian langkah selanjutnya adalah memasukkan ke dalam mesin pengisi. Perkantong plastic diisi 500 gram. Proses dari 1 sampai dengan 4 dilakukan dalam ruangan yang kelembabannya telah diturunkan untuk mencegah penggumpalan garam fosfat.
- 5) Proses selanjutnya adalah melapisi sekali lagi dengan plastic. Antara plastic dalam dan luar diberi silicagel sebagai pengikat kelembaban.
- 6) Cap tanggal produksi dan nomor batch.

3.5 CARA MENGONTROL KUALITAS BWT.

Setiap kemasan bahan baku dilaksanakan pemeriksaan identifikasi dan kemurnian.

Hasil tiap batch dilakukan uji coba kemampuan menaikkan pH dan kemampuan mencegah terjadinya kerak. Uji coba dengan skala laboratorium dengan simulasi yang paling mendekati keadaan verdamper dan ketel sesuai peralatan yang ada.

- a. Kemampuan menaikkan pH (guna mencegah korosi) dilakukan dengan menggunakan diagram dibawah ini.



Gambar 4 Diagram hubungan alkalinitas, kapasitas air ketel dan BWT yang diperlukan..

- b. Kemampuan mencegah terjadinya kerak dilakukan dengan membuat simulasi verdamper (alat untuk menyuling air laut menjadi destilat) dan ketel uap.

Pada uji coba yang telah dilakukan diambil 3 sampel yaitu air destilat, air destilat 75 % ditambah air laut 25 % (sebagai simulasi kontaminasi air ketel dengan air laut akibat adanya kebocoran) dan air tanah yang biasa juga dipakai sebagai feedwater untuk kapal uap. Cara pengujian sebagai berikut :

1. Cek pH masing-masing, ambil 500 ml dan tambahkan BWT sesuai perhitungan.
2. Panasi hingga 400 ml, tambahkan :
 - a. Untuk air destilat murni tambahkan 100 ml air destilat sehingga volume kembali 500 ml.
 - b. Untuk air destilat campuran dengan air laut tambahkan 75 ml air destilat dan 25 ml air laut hingga volume menjadi 500 ml.

- c. Untuk air tanah, tambahkan 100 ml air tanah sehingga volume menjadi 500 ml kembali.
3. Cek pH lagi, kalau perlu tambahkan BWT untuk mencapai pH 9.6 – 11.
4. Ulangi pemanasan lagi, dan selanjutnya dikerjakan seperti di atas sebanyak 3 kali. Apabila pada labu destilat tidak terdapat endapan yang tidak melengket pada dasar labu dapat disimpulkan bahwa BWT yang diuji coba telah memenuhi syarat.

Pada percobaan yang telah dilaksanakan, labu yang berisi air destilat dan campuran air destilat dengan air laut terdapat endapan koloid yang tidak menempel pada dasar labu dan akan ikut bila cairan di atasnya dituang. Pada labu yang berisi air tanah terdapat endapan dan sebagian menempel pada dasar labu. Pada simulasi verdamper dan ketel uap masih terdapat banyak kekurangan mengingat simulasi disesuaikan dengan peralatan yang ada, kekurangan itu antara lain :

- a. Simulasi verdamper dan ketel uap terbuat dari gelas tahan panas.
- b. Tekanan uap di atas simulasi ketel sebesar 1 Atm sehingga temperature maksimum yang dicapai sebesar 100 °C.
- c. Air yang telah berubah menjadi uap tidak kembali lagi ke ketel sebagai kondensat, akibat sistem terbuka.

4. KESIMPULAN

BWT digunakan pada air ketel uap kapal sebagai zat tambahan untuk menghindari terjadinya korosi. Dari percobaan diperoleh hasil bahwa BWT yang digunakan pada air destilat dan campuran air destilat dengan air laut menghasilkan suatu koloid yang tidak menempel pada dasar labu, sedangkan untuk BWT yang digunakan pada air tanah menghasilkan endapan yang sebagian menempel pada dasar labu. Pada simulasi verdamper dan ketel uap masih terdapat banyak kekurangan mengingat simulasi disesuaikan dengan peralatan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Anonimous..., 1970, "*Boiler Corrosion and Water Treatment*", Ministry of Defence, Royal Navy.
2. Anonimous..., 1986, "*Main Boiler*", The Royal Netherlands Navy.
3. Depkes R. I., "*Cara Produksi Obat yang Baik (CPOB)*"
4. Gustaf, A. Gaffert., 1962, "*Steam Power Station*", Kogakusha Company, LTD. Tokyo.
5. Uhlig H, Herbert and R. Winston Revie, 1991, "*Corrosion and Corrosion Control, 3rd. ed*", John Wiley & Sons, Newyork.