

PENGGUNAAN INHIBITOR UNTUK MENINGKATKAN KETAHANAN KOROSI PADA BAJA KARBON RENDAH

Fajar Nugroho

Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto

Jl. Janti Blok - R Lanud Adisutjipto Yogyakarta.

e-mail : mas_noeg@yahoo.com

Abstract

Mild steels are the most versatile, least expensive and most widely applied of the engineering metals. They are unequaled in the range of mechanical and physical properties with which they can be endowed by alloying and heat-treatment. Their main disadvantage is that iron and most alloys based on it have poor resistance to corrosion in even relatively mild service environments and usually need the protection of coatings or environment conditioning. An inhibitor is a chemical substance that, when added in small concentration to an environment, effectively decreases the corrosion rate. This paper explained about corrosion attack protection of mild steel using a variety of unorganic inhibitors.

Keywords : Corrosion , mild steel , Inhibitor

Abstrak

Baja karbon rendah merupakan material multiguna, sedikit lebih mahal dan paling banyak diterapkan pada rekayasa material logam. Baja karbon rendah keunggulan pada sifat mekanik dan sifat fisiknya yang dapat ditingkatkan dengan proses penambahan unsur paduan dan perlakuan panas. Kekurangan dari baja karbon rendah dan paduannya adalah ketahanan terhadap korosi yang buruk meskipun bekerja dalam media korosi yang ringan, dan biasanya membutuhkan lapisan perlindungan atau pengkondisian lingkungan. Inhibitor adalah zat kimia yang ditambahkan dalam konsentrasi kecil pada suatu media, yang efektif untuk menurunkan laju korosi. Makalah ini menjelaskan tentang perlindungan serangan korosi pada baja karbon rendah dengan menggunakan berbagai inhibitor anorganik

Kata kunci : Korosi, Baja Karbon Rendah, Inhibitor

Pendahuluan

Logam dan paduannya telah banyak digunakan secara luas di dalam berbagai bidang industri, meskipun material ini mudah terkorosi di dalam media korosif. Baja karbon rendah

merupakan salah satu jenis logam tersebut. Namun demikian baja karbon rendah ini memiliki kelemahan terutama terhadap ketahanan korosi terutama jika diaplikasikan pada lingkungan korosif.

Masalah korosi merupakan suatu gejala degradasi kualitas permukaan suatu material yang prosesnya berjalan lambat. Namun demikian tidak ditangani akan menyebabkan banyak kerugian. Peristiwa korosi dapat terjadi dimana saja. Dari peristiwa korosi yang terjadi, dapat menimbulkan kerusakan yang mengakibatkan kerugian baik secara ekonomi ataupun keamanan. Menurut Jones (1997), dalam banyak hal, korosi tidak dapat dihindarkan. Hampir semua material apabila berinteraksi dengan lingkungannya secara perlahan tapi pasti, akan mengalami degradasi mutu bahan, pengertian ini didefinisikan sebagai korosi. Proses korosi merupakan suatu gejala alamiah yang merupakan konsekuensi dari siklus hidup.

Inhibitor

Salah satu cara untuk meminimalkan efek degradasi material yang sering digunakan adalah dengan penggunaan inhibitor. Inhibitor berfungsi untuk memperlambat reaksi korosi yang bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam. Lapisan molekul pertama yang terbentuk mempunyai ikatan yang sangat kuat yang disebut *chemis option*. Inhibitor umumnya berbentuk cairan yang diinjeksikan pada production line. Karena inhibitor tersebut merupakan masalah yang penting dalam menangani korosi maka perlu dilakukan pemilihan inhibitor yang sesuai dengan kondisinya.

Inhibitor digunakan untuk melindungi bagian dalam struktur dari serangan korosi yang diakibatkan oleh fluida yang mengalir atau tersimpan di dalamnya. Inhibitor biasanya ditambahkan sedikit dalam lingkungan asam, air pendingin, uap, maupun lingkungan lain. Keuntungan menggunakan inhibitor antara lain ; menaikan umur struktur atau bahan, mencegah berhentinya suatu proses produksi, mencegah kecelakaan akibat korosi, menghindari kontaminasi produk dan lain sebagainya.

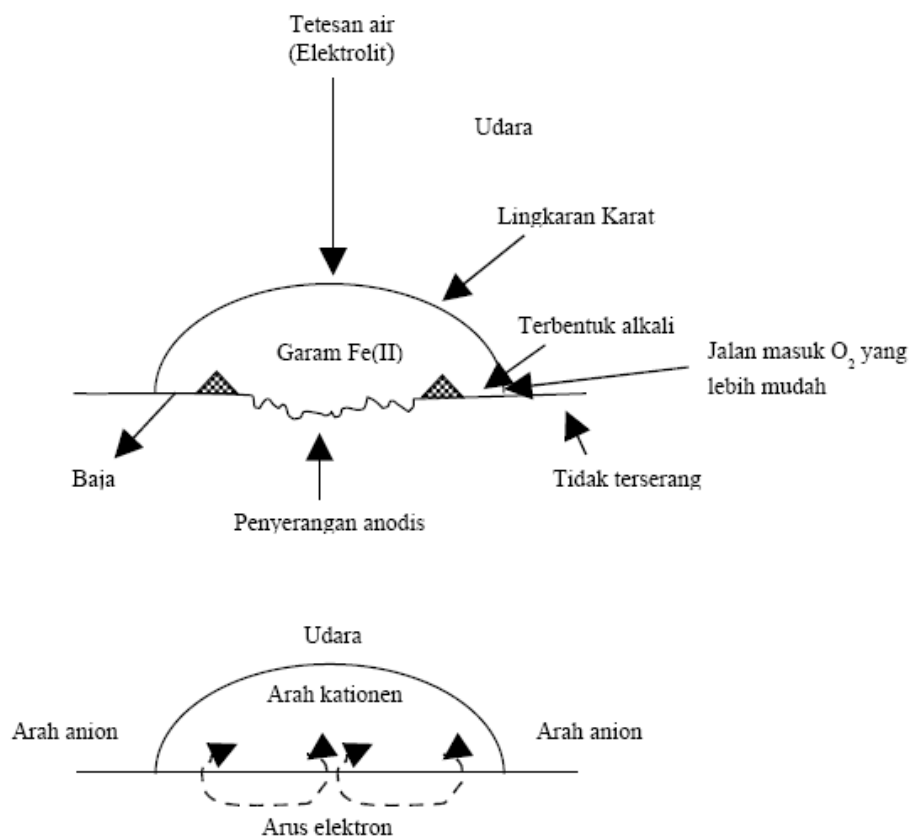
Penggunaan inhibitor hingga saat ini masih menjadi solusi terbaik untuk melindungi korosi internal pada logam, dan dijadikan sebagai pertahanan utama industri proses dan ekstraksi minyak. Inhibitor merupakan metoda perlindungan yang fleksibel, yaitu mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang kurang agresif sampai pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi, mudah diaplikasikan dan tingkat keefektifan biayanya paling tinggi karena lapisan yang terbentuk sangat tipis sehingga dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas (Terms dan Zahrani, 2006).

Secara umum *inhibitor* korosi merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan dapat menurunkan laju serangan korosi terhadap suatu logam. Fontana (1987) menjelaskan sejumlah *inhibitor* menghambat korosi melalui cara modifikasi polarisasi katodik dan anodik, mengurangi pergerakan ion ke permukaan logam, menambah hambatan listrik pada permukaan logam dan menangkap atau menjebak zat korosif dalam larutan melalui pembentukan senyawa tidak agresif.

Inhibitor korosi menurut bahan dasarnya, dapat dibagi menjadi dua, yaitu inhibitor dari senyawa organik dan dari senyawa anorganik (Widharto,1999). Inhibitor organik pada umumnya berasal dari ekstrak bahan alami yang mengandung atom N, O, P, S dan atom-atom yang mempunyai pasangan elektron bebas. Inhibitor anorganik yang saat ini biasa digunakan adalah sodium nitrit, kromat, fosfat, dan garam seng (Hatch,1984) . Dewasa ini banyak dikembangkan berbagai jenis inhibitor baik yang organik maupun anorganik. Berbagai jenis inhibitor baru ini diharapkan akan mampu mengurangi laju korosi terhadap suatu material khususnya material baja karbon rendah. Ada berbagai jenis inhibitor sintetis yang sekarang banyak digunakan untuk menggantikan inhibitor anorganik konvensional seperti HBTT (Hydroxy-Benzylidene-amino-Thioxo-Thiazolidin), DHBTPH (Dihydroxybenzylidene-trifluoromethyl quinolin-Thio-Propano-Hydrazide), BMIC (Alkaloid, Butyl-Methylimidazolium chlorides), [BMIM]HSO₄ (Butyl-Methylimidazolium hydrogen sulfate), Calcium Gluconate, PEGME (Polyethylene Glycol Methyl Ether) dan lain-lain.

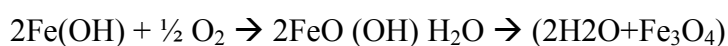
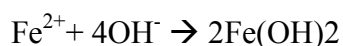
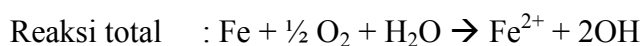
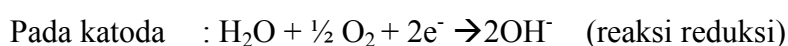
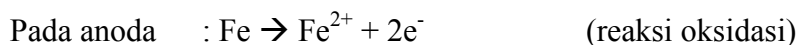
Mekanisme Inhibitor

Korosi baja adalah penurunan kualitas baja karena terjadinya reaksi kimia atau elektrokimia, antara baja dengan lingkungannya, sebagai contoh; apabila baja dicelupkan dalam air akan terlihat bagian baja yang terkorosi (berkarat). Bagian baja yang terkorosi disebut anodik dan bagian baja yang tidak terkorosi disebut katodik. Proses terbentuknya korosi dapat dijelaskan dalam gambar 1 dan reaksi kimia dibawah ini:



Gambar 1. Korosi dari baja

Reaksi-reaksi elektrokimiawi terjadi dalam lingkungan netral

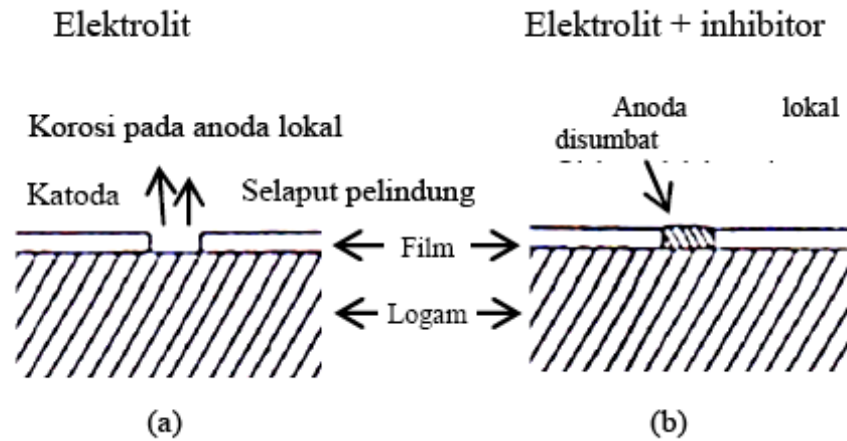


Dimana senyawa Fe_3O_4 merupakan produk karat.

Sejumlah inhibitor menghambat korosi melalui cara adsorpsi untuk membentuk suatu lapisan tipis yang tidak nampak dengan ketebalan beberapa molekul saja, ada pula yang karena pengaruh lingkungan membentuk endapan yang nampak dan melindungi logam dari serangan yang mengkorosi logamnya dan menghasilkan produk yang membentuk lapisan pasif, dan ada pula yang menghilangkan konstituen yang agresif.

Sementara itu mekanisme *inhibitor* anodik dalam mempertahankan lapisan pasif dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2(a) terlihat korosi terjadi pada bagian selaput oksida yang terkelupas. Selaput pelindung kemudian akan bertindak sebagai katoda, sedangkan

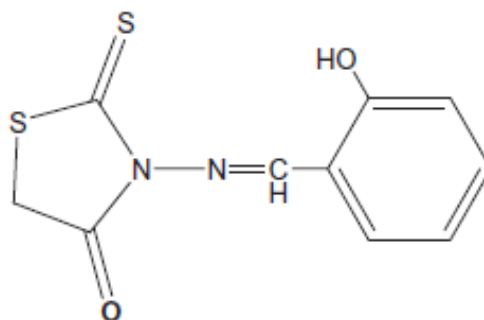
logam yang tersingkap sebagai anoda. Kemudian anion dalam *inhibitor* anodik bereaksi dengan ion logam dalam larutan dan menutup bagian yang bersifat anodik, sehingga laju korosi menjadi terhenti kembali ditunjukkan pada Gambar 2(b).



Gambar 2. Efek konsentrasi terhadap *inhibitor* anodic pada laju korosi (Trethewey, 1991)

Saat telah banyak dikembangkan berbagai jenis inhibitor baik organik maupun anorganik. Salah jenis inihobor yang banyak digunakan adalha inhibitor anorganik dengan berbagai bahan dasar. Ada berbagai jenis inhibitor sintetis yang sekarang banyak digunakan untuk menggantikan inhibitor anorganik konvensional seperti HBTT (hydroxy-benzylidene)-amino]-2-thioxo-thiazolidin-4-one), DHBTPH (N-(3,4-dihydroxybenzylidene)-3- {[8-(trifluoromethyl)quinolin-4-yl]thio}propanohydrazide), BMIC (Alkaloid, 1-butyl-3-methylimidazolium chlorides), [BMIM]HSO₄ (1-butyl-3-methylimidazolium hydrogen sulfate), Calcium Gluconate, PEGME (Polyethylene Glycol Methyl Ether) dan lain-lain.

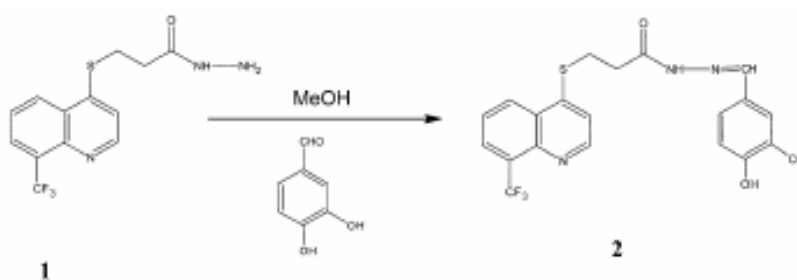
Bahan inhibitor dengan menggunakan HIBTT, dimaksudkan untuk memperbaiki efisiensi dari bahan Rhodanine beserta turunannya yang telah memberikan haasil yang cukup baik ketika diaplikasikan pada material baja karbon rendah. Molekul inhibitor HIBTT yang pertama kali akan diserap pada permukaan baja karbon rendah dan menahan reaksi kimia yang terjadi pada permukaan material dengan fluida yang mengalir (Doner dkk, 2012).



Gambar 3. Struktur Molekul HIBTT atau Hydroxy-Benzylideneamino-Thioxo-Thiazolidin

Molekul inhibitor HIBTT (Hydroxy-Benzylideneamino-Thioxo-Thiazolidin) tersebut akan terserap pada permukaan baja karbon rendah baik pada reaksi anodik maupun katodik. Reaksi yang timbul dari HIBTT pada baja karbon rendah seperti penggunaan dua jenis inhibitor yang digunakan secara bersama-sama. Namun demikian penggunaan inhibitor jenis ini menunjukkan hasil yang lebih baik jika digunakan dengan konsentrasi yang tinggi dan akan menurun seiring dengan lamanya waktu penggunaan HIBTT. Ditinjau dari ada energi Gibbs antara molekul HIBTT dengan permukaan baja karbon rendah juga menunjukkan adanya interaksi yang kuat, sehingga dengan penambahan inhibitor ini dengan konsentrasi larutan yang tepat akan menghasilkan lapisan pelindung terhadap korosi pada permukaan baja karbon rendah (Done dkk, 2012).

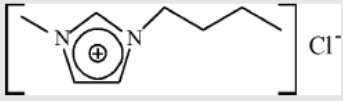
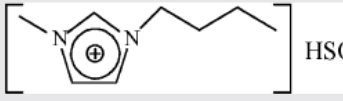
Selanjutnya DHBTPH (Dihydroxybenzylidene-Trifluoromethyl-Thio Propano Hydrazide) merupakan jenis bahan inhibitor jenis baru yang digunakan untuk menahan serangan korosi pada baja karbon rendah. Dari pengamatan reaksi baik pada katodik dan anodik terlihat bahwa reaksi kimia pada reaksi anodik lebih besar daripada reaksi katodik. Penggunaan DHBTPH sebagai inhibitor tergantung pada temperatur operasional dan jumlah kandungan zat tambahan untuk mengurangi laju korosi. Reaksi inhibitor ini baik jika dilakukan dalam reaksi yang isothermis (Saliyan dan Adhikari, 2008).



Gambar 4. Struktur Molekul DHBTPH atau

(Dihydroxybenzylidene-Trifluoromethyl-Thio Propano Hydrazide)

Jenis inhibitor korosi yang lain adalah BMIC (Alkaloid, 1-butyl-3-methylimidazolium chlorides) dan [BMIM]HSO₄ (1-butyl-3-methylimidazolium hydrogen sulfate) yang digunakan secara bersama-sama. Kedua jenis inhibitor ini semakin baik dan efektif untuk mencegah terjadinya korosi jika konsentrasinya dinaikan. Namun dalam aplikasinya konsentrasi BMIC harus lebih tinggi jika dibandingkan dengan [BMIM]HSO₄. Reaksi yang terjadi antara larutan inhibitor dan permukaan baja karbon rendah berlangsung secara spontan dan *exothermis*. (Zhang dan Hua, 2008)

Name and abbreviation	Molecular structure
1-Butyl-3-methylimidazolium chlorides (BMIC)	
1-Butyl-3-methylimidazolium hydrogen sulfate ([BMIM]HSO ₄)	

Gambar 5. Struktur Molekul BIMC dan [BMIM]HSO₄

Calcium Gluconate juga dapat digunakan sebagai inhibitor untuk mencegah korosi pada baja karbon rendah. Namun dalam aplikasinya jenis inhibitor ini harus digunakan kondisi pH netral. Aktivitas inhibitor akan semakin naik meningkat dengan meningkatnya konsentrasi *gluconate* pada pH 6 dan akan semakin menurun dengan menurunnya kadar pH fluida. Dalam kondisi basa, efektivitas *Calcium Gluconate* menunjukkan hasil yang semakin baik terutama jika digunakan dalam waktu yang cukup lama. Penggunaan jenis inhibitor ini menunjukkan baik untuk fluida berbasis air. (Karim dkk, 2010).

Bahan kimia lainnya yang bisa digunakan sebagai larutan inhibitor untuk mencegah korosi pada baja karbon rendah adalah *Poly Ethylene Glycol Methyl Ether* (PEGME) yang memiliki rumus kimia CH₃(OCH₂CH₂)_nOH. Penggunaan PEGME sebagai larutan inhibitor dalam lingkungan asam menunjukkan hasil yang sangat baik dan sangat efektif untuk mengatasi masalah korosi pada material baja karbon rendah (Dubey dan Singh, 2007). Efisiensi inhibitor korosi dengan menggunakan bahan PEGME ini akan semakin baik dengan meningkatnya konsentrasi PEGME yang digunakan.

Penutup

Dalam sudut pandang pengembangan alternatif inhibitor korosi, perlu adanya eksplorasi terhadap berbagai kimia yang mengandung atom N, O, P, S, dan atom-atom yang

memiliki pasangan elektron bebas. Pemakaian jenis inhibitor korosi jenis baru akan semakin memberikan perlindungan terhadap kegagalan material akibat menurunnya kualitas bahan baja karbon rendah terhadap korosi. Inhibitor korosi yang digunakan untuk meningkatkan ketahanan korosi pada baja karbon rendah dapat digunakan sebagai inhibitor tunggal atau merupakan reaksi gabungan dengan jenis inhibitor lainnya. Penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan inhibitor korosi ini dapat dikembangkan lebih lanjut sehingga nantinya dapat dibuat database referensi yang berisi tentang berbagai jenis inhibitor yang tepat untuk berbagai kondisi dan jenis fluida pada bahan baja karbon rendah.

Daftar Pustaka

- ASM Handbook, 1992, “*Corrosion*”, Metal Handbook, Vol.13.
- ASTM, 2003, “*Metal Test Methods and Analytical Procedures*”, *Annual Book of ASTM Standard*, sc.3 Vol 03.01, E647-00, pp.615-657, Bar Harbor Drive West Conshohocken.
- Doner, A. dkk., 2012, “*Investigation of corrosion inhibition effect of 3-[(2-hydroxybenzylidene)-amino]-2-thioxo-thiazolidin-4-one on corrosion of mild steel in the acidic medium*”, *Corrosion Science*.
- Dubeya, A.K. and Singh, G., 2007, “*Corrosion Inhibition of Mild Steel in Sulphuric Acid Solution by Using Polyethylene Glycol Methyl Ether (PEGME)*”, *Portugaliae Electrochimica Acta*,
- Hatch GB, Nathan CC, 1984, *Corrosion Inhibitor. National Association for Corrosion Engineers*. page : 126-147.
- Jones. Denny A., 1997, “*Principles and Prevention of Corrosion*”, 2nd Ed, Singapore : Prentice Hall International, Inc.,
- Karim, S, dkk., 2010, “*Corrosion Inhibition of Mild Steel by Calcium Gluconate in Simulated Cooling Water*”, *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*,.
- Saliyan, VR. and Adhikari, AV, 2008 “*Inhibition of corrosion of mild steel in acid media by N'-benzylidene-3-(quinolin-4-ylthio)propanohydrazide*”, *Indian Academy of Sciences, Bull. Mater. Sci.*, Vol. 31, No. 4,
- Trethewey, K.R., & Chamberlain, J., “*Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasa*”, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Tems, R &. Al-Zahrani., A.M, 2006, “*Cost of Corrosion in Oil Production & Refining*”, *Saudi Aramco Journal of Technology*.
- Widharto. Sri., 1999, “*Karat dan Pencegahannya*”, Cet.1, Jakarta : Pradnya Paramitha,
- Zhang, Q.B, Hua, Y.X, 2008 , “*Corrosion inhibition of mild steel by alkylimidazolium ionic liquids In hydrochloric acid*”, *Electrochimica Acta Elsevier.*,