PROTEKSI KATODIK BAJA AISI 1020 MENGGUNAKAN ANODA ALUMUNIUM

Jeni Fariadhie
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Fatah (UNISFAT)
Jl. Sultan Fatah No. 83 Demak Telpon (0291) 681024

Abstrak:. Korosi atau karat merupakan peristiwa penurunan mutu material pada bahan logam akibat intraksi yang tidak menguntungkan dengan lingkungan. Korosi tidak dapat dihindari atau dihilangkan, namun dapat dikendalikan dengan melakukan proteksi katodik sistem anoda korban, yaitu memasang anoda korban pada bagian yang hendak diproteksi. Percobaan dilakukan dengan cara mengukur laju korosi dengan menggunakan metode kehilangan berat. Pengujian hanya akan dilakukan dengan menggunakan anoda aluminium, Baja yang digunakan pada pengujian ini adalah baja tipe AISI1020. Lingkungan air laut diganti dengan air garam 3,5 % dengan variasi kecepatan air 0.00 m/s, 0.09 m/s, 0.18 m/s, 0.27 m/s dan 0.36 m/s selama 3 hari atau 72 jam. Laju korosi baja AISI 1020 tanpa proteksi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan air. Proteksi katodik dengan menggunakan anoda korban sangat effektif untuk melindungi baja dari serangan korosi. Penggunaan anoda alumunium cocok digunakan pada lingkungan air laut, sebab memiliki arus dan karakteristik berat yang baik

Kata kunci : proteksi katodik, anoda karbon, laju korosi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Korosi merupakan salah satu masalah serius yang berakibat pada timbulnya kerugian dalam segi pembiayaan. Berdasarkan penelitian di Amerika, korosi telah menelan biaya ratusan milyar dolar setiap tahunnya. Biaya yang ditimbulkan oleh korosi telah dipelajari oleh beberapa negara, hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa biaya yang ditimbulkan oleh korosi adalah 1 sampai dengan 5% dari *Gross National Product.* Biaya tersebut meliputi utilitas 34.7%, transportasi 21.5%, infrastruktur 16.4%, pemerintahan 14.6%, produksi dan manufaktur 12,8% [1].

Korosi tidak dapat dihilangkan namun dapat dicegah dengan memproteksi material dari lingkungan. Salah-satunya adalah dengan proteksi katodik sistem anoda korban. Proteksi katodik sistem anoda korban telah digunakan secara meluas. Desain yang digunakan merupakan perpaduan antara pengalaman dan data experiment. Bagaimanapun kegagalan pada proteksi katodik tidak hanya akan berdapak pada kerugian secara ekonomi, tetapi juga pada keselamatan nyawa manusia dan lingkungan.

Kerugian secara ekonomi terjadi karena perusahaan harus mengeluarkan

beberapa biaya ekstra. Biaya tersebut terbagi dalam biaya langsung berupa; perbaikan kerusakan material, dan biaya tidak langsung berupa; biaya yang timbul akibat menurunnya produksi, kentungan dan umur pakai alat.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Mengetahui pengaruh kecepatan aliran air terhadap laju korosi.
2. Mengetahui efektifitas penggunaan anoda alumunium dalam melakukan proteksi korosi
3. Mendapatlan gambaran keuntungan penggunaan proteksi katodik dibandingkan apabila tidak dilakukan proteksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Korosi adalah suatu proses elektrokimia dimana atom-atom akan bereaksi dengan zat asam dan membentuk ion-ion positif (kation). Hal ini akan menyebabkan timbulnya aliran-aliran elektron dari suatu tempat ke tempat yang lain pada permukaan metal. Secara garis besar korosi ada dua jenis yaitu :

1. Korosi Internal ,yaitu korosi yang terjadi akibat adanya kandungan CO2 dan H2S pada minyak bumi, sehingga apabila terjadi kontak dengan air akan membentuk asam yang merupakan penyebab korosi.
2. Korosi Eksternal , yaitu korosi yang terjadi pada bagian permukaan dari peralatan, baik yang kontak dengan udara bebas dan permukaan tanah, akibat adanya kandungan zat asam pada udara dari tanah.

Tipe-tipe korosi pada umumnya diklasifikasikan sebagai berikut:

1. ***Uniform Corrosion*** , yaitu korosi yang terjadi pada permukaan logam yang berbentuk pengikisan permukaan logam secara merata sehingga ketebalan logam berkurang sebagai akibat permukaan terkonversi oleh produk karat yang biasanyaterjadi pada peralatan-peralatan terbuka. misalnya permukaan luar pipa.
2. *Pitting Corrosion*, yaitu korosi yang berbentuk lubang-lubang pada permukaan logam karena hancurnya film dari proteksi logam yang disebabkan oleh rate korosi yang berbeda antara satu tempat dengan tempat yang lainnya pada permukaan logam tersebut.
3. *Stress Corrosion Cracking* , yaitu korosi berbentuk retak-retak yang tidak mudah dilihat, terbentuk

dipermukaan logam dan berusaha merembet ke dalam. Ini banyak terjadi pada logam-logam yang banyak mendapat tekanan. Hal ini disebabkan kombinasi dari tegangan tarik dan lingkungan yang korosif sehingga struktur logam melemah.

4. *Errosion Corrosion*, yaitu korosi yang terjadi karena tercegahnya pembentukan film pelindung yang disebabkan oleh kecepatan alir fluida yang tinggi, misalnya abrasi pasir.
5. *Galvanic Corrosion*, yaitu korosi yang terjadi karena terdapat hubungan antara dua metal yang disambung dan terdapat perbedaan potensial antara keduanya.
6. *Crevice Corrosion*, yaitu korosi yang terjadi di sela-sela gasket, sambungan bertindih, sekrup-sekrup atau kelingan yang terbentuk oleh kotoran-kotoran endapan atau timbul dari produk-produk karat.
7. *Selective Leaching* , korosi ini berhubungan dengan melepasnya satu elemen dari campuran logam. Contoh yang paling mudah adalah desinfication yang melepaskan zinc dari paduan tembaga.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Laju Korosi

Laju korosi maksimum yang diizinkan dalam lapangan minyak adalah 5 mpy (mils per year, 1 mpy = 0,001 in/year), sedangkan normalnya adalah 1 mpy atau kurang. Umumnya problem korosi disebabkan oleh air. tetapi ada beberapa faktor selain air yang mempengaruhi laju korosi) diantaranya:

1. Faktor Gas Terlarut.

Oksigen (02), adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada metal seperti laju korosi pada *mild stell alloys* akan bertambah dengan meningkatnya kandungan oksigen. Kelarutan oksigen dalam air merupakan fungsi dari tekanan, temperatur dan kandungan klorida. Untuk tekanan 1 atm dan temperatur kamar, kelarutan oksigen adalah 10 ppm dan kelarutannya akan berkurang dengan bertambahnya temperatur dan konsentrasi garam. Sedangkan kandungan oksigen dalam kandungan minyak-air yang dapat mengahambat timbulnya korosi adalah 0,05 ppm atau kurang. Reaksi korosi secara umum pada besi karena adanya kelarutan oksigen adalah sebagai berikut:

Reaksi Anoda : $Fe \longrightarrow Fe^{2-} + 2e$

Reaksi katoda : $0_2 + 2H_20 + 4e \rightarrow 4\ OH$

Karbondioksida (CO_2), jika kardondioksida dilarutkan dalam air maka akan terbentuk asam karbonat (H_2CO_2) yang dapat menurunkan pH air dan meningkatkan korosifitas, biasanya bentuk korosinya berupa pitting yang secara umum reaksinya adalah:

$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO$

$Fe + H_2CO_3 \longrightarrow FeCO_3 + H_2$

$FeC0_3$ merupakan *corrosion product* yang dikenal sebagai *sweet corrosion*

2. Faktor Temperatur

Penambahan temperatur umumnya menambah laju korosi walaupun kenyataannya kelarutan oksigen berkurang dengan meningkatnya temperatur. Apabila metal pada temperatur yang tidak uniform, maka akan besar kemungkinan terbentuk korosi.

3. Faktor pH

pH netral adalah 7, sedangkan ph < 7 bersifat asam dan korosif, sedangkanuntuk pH > 7 bersifat basa juga korosif. Tetapi untuk besi, laju korosi rendah pada pH antara 7 sampai 13. Laju korosi akan meningkat pada pH < 7 dan pada pH > 13.

4. Faktor Bakteri Pereduksi atau Sulfat Reducing Bacteria (SRB)

Adanya bakteri pereduksi sulfat akan mereduksi ion sulfat menjadi gas H_2S, yang mana jika gas tersebut kontak dengan besi akan menyebabkan terjadinya korosi.

5. Faktor Padatan Terlarut

Klorida (CI), klorida menyerang lapisan mild steel dan lapisan stainless steel. Padatan ini menyebabkan terjadinya *pitting, crevice corrosion*, dan juga menyebabkan pecahnya alooys. Klorida biasanya ditemukan pada campuran minyak-air dalam konsentrasi tinggi yang akan menyebabkan proses korosi. Proses korosi juga dapat disebabkan oleh kenaikan konduktivity larutan garam, dimana larutan garam yang lebih konduktif, laju korosinya juga akan lebih tinggi.

Karbonat (C03), kalsium karbonat sering digunakan sebagai pengontrol korosi dimana film karbonat diendapkan sebagai lapisan pelindung permukaan metal, tetapi dalam produksi minyak hal ini cenderung menimbulkan masalah scale.

Sulfat (S04), ion sulafat ini biasanya terdapat dalam minyak. Dalam air, ion sulfat juga ditemukan dalam konsentrasi yang cukup tinggi dan bersifat kontaminan, dan oleh bakteri

SRB sulfat diubah menjadi sulfida yang korosif.

Pencegahan Korosi

Dengan dasar pengetahuan tentang elektrokimia, dapat dilakukan usaha-usaha untuk pencegahan terbentuknya korosi. Banyak cara sudah ditemukan untuk pencegahan terjadinya korosi diantaranya adalah dengan cara proteksi katodik, coating, dan penggunaan chemical inhibitor.

1. Proteksi Katiodik

Untuk mencegah terjadinya proses korosi atau setidak-tidaknya untuk memperlambat proses korosi tersebut, maka dipasanglah suatu anoda buatan di luar logam yang akan diproteksi. Daerah anoda adalah suatu bagian logam yang kehilangan elektron. Ion positifnya meninggalkan logam tersebut dan masuk ke dalam larutan yang ada sehingga logaml tersebut berkarat.

Terlihat disini karena perbedaan potensial maka arus elektron akan mengalir dari anoda yang dipasang dan akan menahan melawan arus elektron dari logam yang didekatnya, sehingga logam tersebut berubah menjadi daerah katoda. Inilah yang disebut *Cathodic Protection.*

Dalam hal diatas elektron disuplai kepada logam yang diproteksi oleh anoda buatan sehingga elektron yang hilang dari daerah anoda tersebut selalu diganti, sehingga akan mengurangi proses korosi dari logam yang diproteksi.

Anoda buatan tersebut ditanam dalam suatu elektrolit yang sama dengan logam yang akan diprotekasi dan dihubungkan dengan kabel yang sesuai agar proses listrik diantara anoda dan baja tersebut dapat mengalir terus menerus.

2. Coating

Cara ini sering dilakukan dengan melapisi logam (coating) dengan suatu bahan agar logam tersebut terhindar dari korosi.

3. *Pemakaian* Bahan-Bahan Kimia *(Chemical Inhibitor)*

Untuk memperlambat reaksi korosi digunakan bahan kimia yang disebut inhibitor corrosion yang bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan metal. Lapisan molekul pertama yang tebentuk mempunyai ikatan yang sangat kuat yang disebut chemis option. Corrosion inhibitor umumnya berbentuk fluid tau cairan ang diinjeksikan pada production line.

Karena inhibitor tersebut merupakan masalah yang penting dalam menangani kororsi maka perlu dilakukan pemilihan inhibitor yang sesuai dengan kondisinya.

A. Metode Penelitian

Percobaan dilakukan dengan cara mengukur laju korosi dengan menggunakan metode kehilangan berat. Pengujian hanya akan dilakukan dengan menggunakan anoda aluminium, . Baja yang digunakan pada pengujian ini adalah baja tipe AISI1020. Lingkungan air laut diganti dengan air garam 3,5 % dengan variasi kecepatan air 0.00 m/s, 0.09 m/s, 0.18 m/s, 0.27 m/s dan 0.36 m/s selama 3 hari atau 72 jam. Dimensi dan massa seluruh sampel di ukur sebelum melakukan pengujian. Dimensi diukur dengan menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0.001 cm. Sedangkan berat sampel diukur menggunakan timbangan dengan ketelitian 0.1 mg.

Persiapan sampel

a) Baja dan anoda diberi tanda dengan menggunakan stamping. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi sampel. Tanda yang dipilih adalah sebagai berikut:

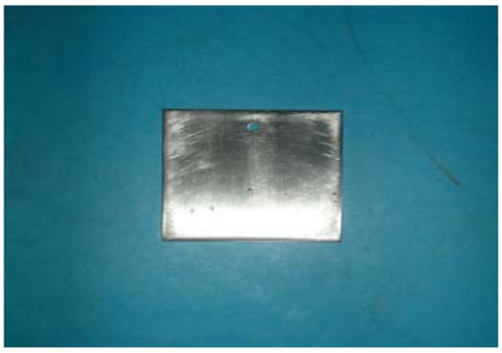
   1 = Baja tipe AISI 1020

   2 = Anoda Al

b) Permukaan baja dibersihkan dari karat dengan menggunakan amplas

Gambar 1: Pengamplasan

Gambar 2 : Sebelum pengamplasan



Gambar 3 : Setelah pengamplasan

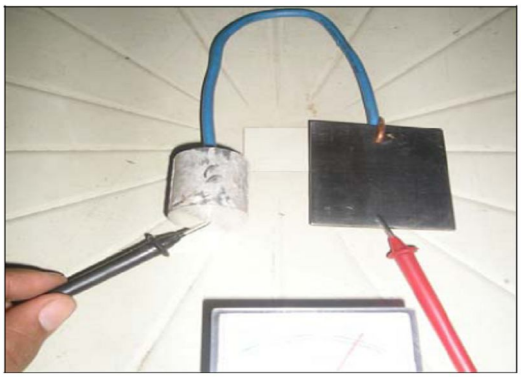
c) Membersihkan baja dari organik seperti gemuk maupun minyak dengan menggunakan aseton.

d) Menimbang massa awal baja dan anoda korban menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 mg.

Gambar 4: Timbangan BOSCH SAE 200

e) Baja dihubungkan dengan anoda korban menggunakan kawat tembaga

f) Memeriksa sambungan baja dan anoda dengan menggunakan multimeter



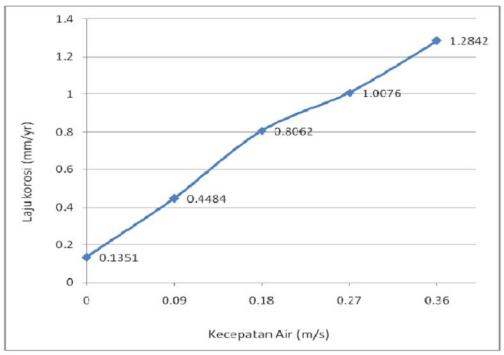
Gambar 5 : Pengecekan sambungan kabel dengan multimeter

B. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Baja yang berada pada lingkungan air laut (NaCl) akan mengalami korosi karena adanya ion Cl-. Ion Cl- akan memecah lapisan pasif pada baja. Saat bersentuhan dengan permukaan logam, ion Cl- akan melarutkan ion-ion logam dan memudahkan ion-ion tersebut masuk ke larutan. Laju korosi baja AISI 1020 ternyata akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya nilai kecepatan air. Berikut ini merupakan grafik pengaruh kecepatan air terhadap perubahan laju korosi pada baja.

Tabel 1. Laju korosi baja AISI 1020

Kecepatan Air (m/s)	pH rata-rata	Pengurangan Berat (mg)	Laju Korosi (mm/yr)
0.00	7.02	25.1	0.1351
0.09	7.02	84.8	0.4484
0.18	7.02	158	0.8062
0.27	7.02	193	1.0076
0.36	7.02	.246	1.2842



Gambar 6. Grafik pengaruh kecepatan air terhadap laju korosibaja AISI 1020 tanpa proteksi

Gambar grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan air laut maka semakin tinggi pula laju korosi pada baja. Korosi sangat dipengaruhi oleh lingkungan misalnya temperatur pH, oksigen, kecepatan fluida, dan zat-zat oksidator.Untuk menentukan pengaruh laju korosi , dapat pula digunakan metode kehilangan berat atau weight gain loss (WGL) dan metode elektrokimia.

Tabel 2. Data eksperimen pengaruh kecepatan air terhadap pengurangan berat anoda aluminium

Kecepatan air (m/s)	pH rata-rata	Luas area (cm^2)	T (jam)	Pengurangan berat (mg)
0.00	7.04	28.708	72	0.0803
0.09	7.04	29.025	72	0.1018
0.18	7.04	28.639	72	0.1184
0.27	7.04	28.000	72	0.1255
0.36	7.04	28.685	72	0.1375

Dari tabel diatas, terlihati bahwa semakin tinggi kecepatan air pengurangan berat yang terjadi makin besar. Kemampuan logam untuk menahan korosi biasanya bergantung pada posisi mereka dalam deret elektrokimia Dalam deret elektrokimia, table bagian atas merupakan logam yang lebih reaktif atau lebih mudah terkorosi.

Tabel 3. Deret elektrokimia

Metal	Volt
Commercially pure magnesium	-1.75
Magnesium Alloy (6%Al, 3% An, 0.15% Mn)	-1.6
Zinc	-1.1
Aluminium Alloy (5% seng)	-1.05
Commercially pure Aluminium	-0.8
Mild steel (clean and shiny)	-0.5 sd -0.8
Mild steel (rusted)	-0.2 sd -0.5
Cast Iron (non graphitized)	-0.5
Lead	-0.5
Mild steel in concrete	-0.2
Copper, brass, bronze	-0.2
High silcon cast iron	-0.2
Mill scale on steel	-0.2
Carbon, graphite, coke	+0.3

Material anoda yang dipilih harus dipertimbangkan dari material yang akan diproteksi. Anoda harus lebih reaktif jika dibandingkan dengan material yang akan diproteksi. Kelemahan dari proteksi katodik sistem anoda korban ini adalah terbatasnya umur pakai anoda serta arus proteksi yang dapat digunakan. Dengan demikian anoda korban harus diganti secara berkala.

Anoda aluminium digunakan pada lingkungan air laut dan beberapa kondisi air tawar. Aluminium memiliki umur yang lebih panjang jika dibandingkan dengan magnesium. Aluminium juga memiliki arus dan karakteristik berat yang lebih baik jika dibandingkan dengan seng. Dalam pembuatannya

aluminium biasanya dicampur dengan mercuri, antimoni, indium, tin.

KESIMPULAN

Laju korosi baja AISI 1020 tanpa proteksi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan air. Proteksi katodik dengan menggunakan anoda korban sangat effektif untuk melindungi baja dari serangan korosi. Penggunaan anoda alumunium cocok digunakan pada lingkungan air laut, sebab memiliki arus dan karakteristik berat yang baik

DAFTAR PUSTAKA

Robert A Adey dan John Bayham, "*Design and Optimization of Cathodic Protection Systems Using Computer Simulation*", Paper no 00723 - Corrosion 2000.

Ernesto Santana dan Robert Adey, "*Predictive Modeling of Corrosion and Cathodic Protection Systems.*

V.G. DeGiorgi, "*Evaluation of Perfect Paint Assumptions in Modeling of Cathodic Protection Systems*". Elsevier, October 2001.

Denny A Jones, "*Principles and Prevention of Corrosion*", Macmillan Publishing Company, New York, 1992.

Kenneth R Trethewey dan John Chamberlain, "*Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.

William D Callister Jr, "*Material Science and Engineering An Introduction*", John Wiley and Sons Inc, Canada 1991.