

PENGENDALIAN LAJU KOROSI BAJA DALAM AIR LAUT DENGAN MENGGUNAKAN PROTEKSI KATODIK METODA ANODA KORBAN

Ayu Annisya Tri Adriana¹, Komalasari², Drastinawati²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam Pekanbaru 28293
ayuannisya08@gmail.com

ABSTRACT

Cathodic protection is a metal surface protection system against corrosion by direct current (DC) from an external source to protect metal surfaces from corrosion. In this study, which the protection was employed of voltaic series sacrificial anode method, where the metal has a lower potential is used as sacrificial anodes in order to controlling carbon steel of corrosion. This research was conducted by using ASTM A36 steel in Bengkalis seawater with immersion lengths of 15, 20 and 25 days by using sacrificial anode of Al. The purpose of this research was to study the effect of cathodic protection in controlling the corrosion rate of carbon steel, determine the effectiveness of the sacrificial anode, and determine the best distance from the anode to the cathode. The design of the study was done by varying the type of anode in the form of Al, the anode to cathode distance 1 cm, 2 cm, 3 cm. Data was processed by using weight loss method with unit (mpy). The best protection occurred at 15 days immersion, by using Al anode, the lowest corrosion rate is 1.448 mpy. In this study, the anode Al proved effective to protected carbon steel at a distance of 1 cm, and with an effectiveness of 69.06%.

Key words: *cathodic protection, corrosion rate, seawater, sacrificial anode*

1. Pendahuluan

Di masa industri modern, struktur yang berbahan logam semakin banyak digunakan, seperti jaringan pipa, vessel maupun struktur penyangga bangunan. Hal ini merupakan suatu investasi yang sangat besar. Tanpa adanya pengendalian ataupun buruknya sistem pengendalian terhadap korosi, struktur logam yang langsung berhubungan dengan air akan mudah terserang korosi (Soegiono, 2007).

Secara umum korosi dapat digolongkan berdasarkan rupanya, keseragamannya, baik secara mikroskopis maupun makroskopis. Dua jenis mekanisme utama dari korosi adalah berdasarkan reaksi kimia secara langsung, dan reaksi elektrokimia. Korosi dapat terjadi di dalam medium kering dan juga medium basah. Sebagai contoh korosi yang berlangsung di dalam medium kering adalah penyerangan logam besi oleh gas

oksigen (O₂) atau oleh gas belerang dioksida (SO₂). Di dalam medium basah, korosi dapat terjadi secara seragam maupun secara terlokalisasi.

Contoh korosi seragam di dalam medium basah yaitu besi yang terendam dalam larutan asam klorida (HCl). Proses korosi berkembang dengan cepat setelah mengalami gangguan dari luar dan bersamaan dengan beberapa reaksi yang merubah komposisi dan sifat dari permukaan logam dan lingkungan sekitarnya, contohnya pembentukan oksida logam, berubahnya pH, dan berubahnya potensial elektrokimia (Riastuti *et al.*, 2008).

2. Landasan Teori

Korosi adalah serangan yang terjadi pada bahan logam sebagai akibat dari lingkungan yang bereaksi dengan benda tersebut. Korosi itu menyebabkan kebocoran tangki penyimpanan gas, kerugian

material, pencemaran lingkungan, dan mempengaruhi usia peralatan sehingga pada akhirnya menyebabkan kerugian materi (Nugroho *et al.*, 2016). Lingkungan tersebut dapat berupa air, udara, gas, larutan asam, dan lain-lain.

2.1. Perlindungan Terhadap Korosi

Menurut Korb *et al.*, (1992) untuk mengurangi bahkan menghindari kerugian yang diakibatkan oleh proses korosi, maka perlu dilakukan perlindungan terhadap korosi. Ada beberapa metode yang dapat dikembangkan untuk memperlambat laju korosi sebagai berikut:

2.1.1 Proteksi Katodik

Menurut Roberge (1999) proteksi merupakan salah satu cara perlindungan terhadap korosi yaitu dengan pemberian arus searah (DC) dari suatu sumber eksternal untuk melindungi permukaan logam dari korosi. Metode ini efektif dan berhasil melindungi logam dari korosi khusus di lingkungan yang terbenam air maupun di dalam tanah, seperti perlindungan pada kapal laut, instalasi pipa bawah tanah, dan sebagainya. Untuk memberikan arus searah dalam sistem proteksi katodik, terdapat dua cara yaitu dengan cara menerapkan anoda karbon (*sacrificial anode*) atau dengan cara menerapkan arus tanding (*impressed current*). Sedangkan metode arus tanding (*impressed current*) dilakukan dengan memberikan arus listrik searah dari suatu sumber eksternal, untuk melindungi suatu struktur logam yang saling berdekatan. Pada metode ini, kita memberikan suplai elektron kepada struktur yang diproteksi secara katodik agar tidak terjadi kebocoran elektron. Proses ini memerlukan penyearah (*rectifier*) dengan kutub negatif dihubungkan ke logam yang akan dilindungi dan kutub positif dihubungkan ke anoda. Anoda yang digunakan biasanya adalah anoda inert (Iswanto, 2011).

2.1.2 Pelapisan (*Coating*)

Coating merupakan proses pelapisan permukaan logam dengan cairan atau

serbuk, yang akan melekat secara kontinu pada logam yang akan dilindungi. Adanya lapisan pada permukaan logam akan meminimalkan kontak antara logam dengan lingkungannya, yang kemudian akan mencegah proses terjadinya korosi pada logam. Pelapisan yang paling umum digunakan adalah dengan cat. Pelapisan biasanya dimaksudkan untuk memberikan suatu lapisan padat dan merata sebagai bahan isolator atau penghambat aliran listrik diseluruh permukaan logam yang dilindungi. Fungsi dari lapisan tersebut adalah untuk mencegah logam dari kontak langsung dengan elektrolit dan lingkungan sehingga reaksi logam dan lingkungan terhambat (Chodijah, 2008).

3. Metode Penelitian

3.1 Bahan Baku

Bahan penelitian yang digunakan penelitian ini adalah anoda korban Al sebagai bahan perlindungan terhadap korosi dengan ukuran 4 cm x 6 cm x 0,04 cm. Bahan kimia yang dipakai adalah etanol, besi baja ASTM A36 ukuran 4 cm x 6 cm x 0,17 cm dan air laut Bengkalis.

3.2 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi beaker gelas 250 ml, neraca analitik, kertas label, amplas, tissue roll, oven, desikator, dan kawat baja penghubung anoda dan katoda.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu Jenis katoda dan anoda, ukuran katoda, ukuran anoda, jenis media larutan yaitu air laut Bengkalis dan jumlah anoda 1. Sedangkan variabel bebas pada penelitian tersebut yaitu Jarak anoda ke katoda, dan waktu perendaman.

3.4 Prosedur Penelitian

1. Persiapan spesimen anoda korban dan katoda besi baja :
Spesimen katoda berupa besi baja dalam bentuk plat dengan ukuran 4 x 6 x 0,17 cm, anoda dalam bentuk plat jenis paduan seng

dan ukuran anoda aluminium yaitu 4 x 6 x 0,04 cm. Pada setiap spesimen diberi lubang berdiameter 0,25 cm, kemudian dilakukan pembersihan menggunakan etanol. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C Selanjutnya dimasukkan ke dalam desikator untuk mengisolasi spesimen dari pengaruh uap air yang ada di lingkungan, kemudian ditimbang berat awalnya (W_0).

2. Melakukan pengujian korosi.

Pengujian korosi dilakukan dengan metode uji perendaman pasangan anoda dan katoda yang dihubungkan dengan kawat baja 1cm, 2 cm dan 3 cm. Di rendam selama 15, 20, dan 25 hari dalam air laut. perendaman, spesimen dicuci dengan menggunakan etanol dan dikeringkan dalam oven, selanjutnya didinginkan di dalam desikator sekaligus untuk mengisolasi dari pengaruh uap air di lingkungan sekitar. Kemudian ditimbang berat akhir dengan menggunakan neraca analitik. Kehilangan berat dari spesimen (W) dipakai menjadi perhitungan laju korosinya.

3. Cara analisa

Rumus untuk menghitung laju korosi (MPY) berdasarkan berat sampel spesimen korosi yang hilang (NACE Standard, 2005):

$$CR = \frac{365 \times 1.000 \times W}{D \times A \times T \times (2,54)^3}$$

Dimana :

CR = *Corrosion Penetration Rate*, laju korosi (mpy)

W = Berat yang hilang (gram)

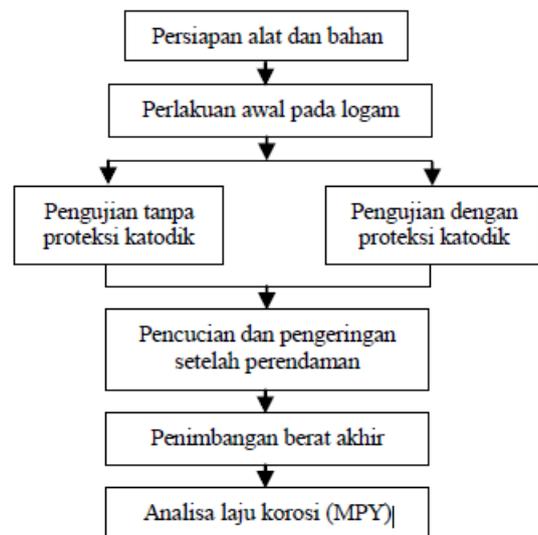
D = Densitas logam (gram/cm^3)

A = Luas permukaan logam (in^2)

T = waktu atau Lama korosi (hari)

365 = Lama hari dalam satu tahun

3.5 Diagram Alir



4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Uji Tanpa Proteksi Katodik

Pada penelitian ini, dilakukan perendaman terhadap baja karbon tanpa proteksi dengan waktu perendaman 15, 20 dan 25 hari. Hal ini menunjukkan adanya kehilangan berat di setiap spesimen baja karbon, seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Laju Korosi Baja Karbon Tanpa Proteksi Katodik Dengan Air Laut

Lama perendaman	Kehilangan berat W (gram)	Lajukorosi (mpy)
15 hari	0,139	7,066
20 hari	0,238	7,260
25 hari	0,256	9,761

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa laju korosi semakin meningkat dengan lamanya waktu perendaman dimana terjadi peningkatan kekorosifan dari air laut tersebut. Pada perendaman 15 hari laju korosi baja karbon sebesar 7,066 mpy, dan semakin meningkat pada perendaman 25 hari yaitu sebesar 9,761 mpy.

4.2 Laju Korosi Besi Baja Menggunakan Proteksi Katodik Anoda Korban

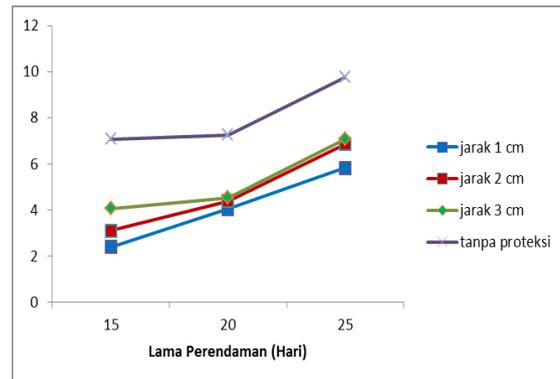
Besi baja yang bertindak sebagai katoda mengalami korosi, tetapi laju korosi baja karbon yang diberikan perlindungan dengan logam yang berfungsi sebagai anoda yang dikorbankan memiliki laju korosi yang lebih lambat bila dibandingkan dengan laju korosi besi baja yang tidak diberikan perlindungan dengan anoda korban (Anggono *et al.*, 1999).

Tabel 4.2 Laju korosi Baja Karbon yang dilindungi Anoda Korban Al.

Lama perendaman	jarak	Kehilangan berat W (gram)	Laju korosi (mpy)
15 hari	1	0,043	2,186
	2	0,056	2,847
	3	0,076	3,863
20 hari	1	0,094	3,584
	2	0,104	3,965
	3	0,115	4,385
25 hari	1	0,164	5,002
	2	0,181	5,521
	3	0,202	6,161

Pada perendaman 25 hari proteksi menggunakan anoda korban Al yaitu sebesar 6,161 mpy dengan jarak antara elektroda 3 cm. Ini mengakibatkan serangan korosi dapat menurunkan arus dari aluminium. Dimana menurut Parthasarady (1998) besar arus listrik yang mengalir pada elektrolit dipengaruhi oleh beda potensial yang diberikan kepada elektroda, tahanan dari larutan, jarak elektroda dan luas permukaan elektroda.

Aluminium (Al) terbukti efektif untuk melindungi baja karbon. Dengan bertambahnya arus galvanik dari anoda, maka bertambah pula perlindungan yang dapat diberikan pada permukaan katoda (Anggono *et al.*, 1999).



Gambar 4.1 Grafik Laju Korosi Pada Berbagai Jarak Anoda Zn Ke Katoda dan Laju Korosi Tanpa Proteksi.

Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa efektivitas perlindungan anoda korban aluminium pada perendaman 15 hari dengan jarak 1 cm dengan tingkat efektivitas sebesar 69,06%. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya sisi-sisi dari anoda Al yang dapat melindungi katodanya, maka semakin baik pula perlindungan yang diberikan anoda Al ke katoda. Dalam transfer arus galvanik, anoda yang memiliki potensial lebih negatif memiliki kinerja yang lebih baik dalam melindungi katoda (Sulistioso, 2004).

5. Kesimpulan

Laju korosi besi baja tanpa bantuan proteksi katodik memiliki laju korosi terendah sebesar 7,066 mpy pada perendaman 15 hari. Dan laju korosi tertinggi pada perendaman 25 hari yaitu sebesar 9,761 mpy. Sedangkan pada penggunaan metoda anoda korban dengan paduan aluminium laju korosi menurun hingga mencapai 1,448 mpy dengan jarak 1cm. Hal ini terjadi karena adanya pengaruh dari proteksi katodik metoda anoda korban dalam penggunaannya untuk mengendalikan laju korosi sehingga anoda korban berupa paduan aluminium terbukti efektif dalam melindungi katoda. Efektivitas terbaik terdapat pada perendaman 15 hari dengan jarak 1 cm yaitu sebesar 69,06 %.

Daftar Pustaka

- Afriani, F., Komalasari, & Zultiniar. (2015). Proteksi Katodik Metoda Anoda Tumbal untuk Mengendalikan Laju Korosi. *JOM FT*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Anggono, J., & Tjitro, S. (2014). Studi Perbandingan Kinerja Anoda Korban Paduan Aluminium dengan Paduan Seng dalam Lingkungan Air Laut Studi Perbandingan Kinerja Anoda Korban Paduan Aluminium dengan Paduan Seng dalam Lingkungan Air Laut, (May).
- Chodijah, S. (2008). Efektivitas Penggunaan Pelapis. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Iswanto., (2011). Efektivitas Penggunaan Proteksi Katodik Arus Tanding. *Skripsi*. Universitas Riau Pekanbaru.
- Korb, L. J. & D. L., Olson. (1992). *Etols Handbook Vol.13 : Corrosion, Philadelphia*, ASM International.
- NACE Standard RP0775., (2005). *Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations*. No 21017. Houston.
- Nugroho, A., Haryadi, G. D., Ismail, R., & Kim, S. J. (2016). Risk based inspection for atmospheric storage tank. In *The 3rd International Conference On Advanced Materials Science And Technology (ICAMST 2015)* (Vol. 1725, No. 1, p. 020055). AIP Publishing.
- Pathasardhy, N. V., (1998). *Practical Electroplating Handbook*. Prentice Hall Inc. New Jersey USA.
- Riastuti, R., & A. Rustandi., (2008). *Diklat Matakuliah Korosi dan Proteksi Logam*, Depok.
- Roberge, P. R., (1999). *Handbook of Corrosion Engineering, Mc Graw-Hill Book Company*. New York. Pp: 334.
- Soegiono., (2007). *Teknologi Perancangan dan Perawatan Bangunan Laut, Airlangga University Press. Surabaya*.
- Sulistioso, G. S. (2004). Analisis Korosi dari SS 440C pada Media Air Tawar dan Laut. *Jurnal Puslitbang Iptek Bahan (P3IB)* Batan: 7-11.