

# Analisa Korosi Dengan Menggunakan Anoda Zn, Fe dan Cu Dalam Sistem Proteksi Katodik Metode Impressed Current

Marlina

Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda  
Email:slinasweet29@gmail.co.id

## ABSTRAK

Korosi adalah reaksi elektrokimia antara reaksi reduksi dan oksidasi pada dua material yang memiliki potensial yang berbeda. Jika sepotong logam dicelupkan dalam elektrolit maka umumnya logam akan terkorosi. Penggunaan logam terutama besi yang sangat besar harus diseimbangkan dengan perawatan berkala agar tidak terjadi polusi dengan tujuan meningkatkan keamanan dan keselamatan kerja. Korosi tidak dapat dihindari, namun laju korosi dapat dihambat atau diperlambat sehingga biaya korosi dapat dihemat 20-25% bila teknologi korosi dapat diterapkan dengan benar terutama untuk negara industri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi pengaruh penggunaan anoda yang berbeda yaitu dengan lempeng seng, lempeng besi, lempeng tembaga terhadap kinerja proteksi katodik metode *impressed current*. Logam katoda direndam ke dalam larutan elektrolit air laut dengan proses proteksi katodik menggunakan anoda dengan material seng(Zn), besi(Fe) dan tembaga(Cu) selama tiga hari, kemudian logam-logam tersebut dibersihkan dan dianalisa. Massa terkonsumsi dan kuat arus proteksi terhadap nilai potensial proteksi pada tiap waktu dihitung untuk mendapatkan laju korosi yang digunakan untuk mengetahui pengaruh efisiensi dari penggunaan anoda yang berbeda.

Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan Penggunaan material anoda yang berbeda menghasilkan efektifitas yang berbeda walaupun sistem proteksi katodik pada semua kolam tetap memberikan potensial proteksi yang relatif sama yaitu antara -800 mV sampai dengan -1200 mV dalam melindungi katoda ditinjau dari pengurangan massa pada katoda tetapi penggunaan anoda yang terbuat dari lempeng tembaga lebih efisien dalam memproteksi katoda ditinjau dari pengurangan massa dari anoda dan besarnya kuat arus yang diperlukan.

---

Kata kunci : anoda, impressed current, korosi, proteksi katodik.

## ABSTRACT

Corrosion is an electrochemical reaction between reduction and oxidation reactions at the two materials have different potential. If a piece of metal is dipped in an electrolyte then generally the metal will corrode metals, especially iron .. Use very large must be balanced with regular maintenance in order to avoid pollution with the aim of improving security and safety. Corrosion can not be avoided, but the rate of corrosion can be prevented or slowed down so that corrosion costs can be saved by 20-25% when corrosion technology can be applied correctly chiefly for industrial countries.

This study aims to determine the efficiency of the effect of using different anode is the plate of zinc, iron plates, copper plates on the performance impressed current cathodic protection method. Metal cathode immersed in an electrolyte solution of sea water with the cathodic protection anode material using zinc (Zn), iron (Fe) and copper (Cu) for three days, then the metals are cleaned and analyzed. Mass consumed and strong currents protection against the potential value of protection at each time is calculated to obtain the corrosion rate is used to determine the effect the efficiency of the use of different anode.

From research conducted showed use of different anode materials produce different effectiveness despite the cathodic protection system at all pools still provide relatively equal protection potential is between -800 mV up to -1 200 mV in terms of protecting the cathode mass reduction at the cathode but the use anodes made of copper plates is more efficient in terms of protecting the cathode from the anode mass reduction and the magnitude of the current strength is required.

---

Keywords :Anodic, impressed current, corrotion, protection katodik.

## 1. PENDAHULUAN

Berkembangnya dunia industri khususnya penggunaan logam di daerah Kalimantan Timur akan bertambah besar, khususnya di perusahaan minyak dan gas bumi. Di dunia migas, logam merupakan energi yang sangat dibutuhkan dan sangat bermanfaat, akan tetapi aspek keselamatan dan perawatan akan logam sangat perlu untuk diperhatikan. Keawaman kita akan permasalahan tentang dunia logam dan korosi akan menyebabkan kerugian yang sangat besar baik dalam hal keselamatan maupun biaya.

Penggunaan logam yang paling banyak dan menjadi perhatian dalam pembahasan ini adalah pada struktur kaki-kaki platform dan pada pipa ekspor gas maupun minyak itu sendiri. Jika tidak menjadi perhatian khusus maka korosi pada kaki-kaki platform bisa menyebabkan platform runtuh beserta segala peralatan yang terdapat di atasnya. Begitu pula dengan pipa ekspor baik gas dan minyak bumi. Korosi pada pipa bisa menyebabkan gas bocor ke lingkungan atau minyak yang tumpah akibat kebocoran sehingga menyebabkan daratan, sungai, bahkan lautan bisa tercemar akibat kebocoran tersebut. Hal ini tentunya sangat berakibat fatal dan kerugian yang sangat besar terhadap perusahaan tersebut. Oleh karena itu, penelitian menyebutkan bahwa biaya korosi dapat dihemat antara 20 – 25 % bila teknologi anti korosi diterapkan dengan benar (untuk negara industri).

Korosi sendiri merupakan degradasi logam akibat berinteraksi terhadap lingkungannya. Korosi dipelajari dengan tujuan mengurangi kerugian akibat korosi, meningkatkan keamanan dan keselamatan kerja. Salah satu dari sekian banyak pilihan metode dalam mengurangi laju korosi adalah dengan cara proteksi katodik metode arus tanding (*impressed current*). Komponen dasar dalam proteksi metode arus tanding adalah katoda, anoda, elektrolit, penghasil tegangan searah atau arus DC, dan kabel konduktor. Pada penelitian ini penulis tertarik untuk mengadakan penelitian terkait pada topik korosi, dan lebih detail lagi akan mengkaji analisa korosi dengan menggunakan anoda seng, besi, dan tembaga dalam sistem proteksi katodik metode arus tanding. Penulis akan menggunakan katoda yang terbuat dari lempeng besi (Fe) sementara anoda yang akan digunakan divariasikan berdasarkan urutan deret galvanic yaitu mulai dari logam yang memiliki potensial korosi lebih besar dari lempeng besi (Fe) yaitu lempeng seng (Zn), kemudian anoda dengan potensial korosi yang sama dengan katoda yang akan dilindungi yaitu besi (Fe), dan terakhir anoda yang terbuat dari material logam yang memiliki potensial korosi lebih rendah dari besi yaitu tembaga (Cu).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan material anoda yang berbeda yaitu dengan lempeng seng, lempeng besi, lempeng tembaga terhadap kinerja proteksi katodik metode arus tanding ditinjau dari parameter:

1. Efektivitas dari penggunaan logam anoda yang berbeda tersebut dalam mengurangi laju korosi pada katoda.
2. Efisiensi dari penggunaan material anoda yang berbeda tersebut ditinjau dari pengurangan massa pada anoda.
3. Efisiensi dari penggunaan material anoda yang berbeda tersebut ditinjau dari kuat arus yang diperlukan untuk memproteksi katoda.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Korosi didefinisikan sebagai degradasi logam akibat berinteraksi dengan lingkungannya, dalam hal ini yang terdegradasi diantaranya adalah sifat mekanik dan sifat fisisnya. Kegagalan struktur secara tiba-tiba dan berkurangnya efisiensi perpindahan panas merupakan contoh sifat logam yang terkorosi. Korosi dari segi ergonomis yaitu penampilan dari logam tersebut akan menjadi lebih buruk (Sri Widharto, 2001).

### 2.1. Kerugian Akibat Korosi

Korosi mutlak menimbulkan kerugian bagi kehidupan, setidaknya kerugian tersebut digolongkan menjadi 2, yaitu:

- a. Kerugian Langsung: Diperlukan biaya untuk mengganti material logam atau alat yang rusak akibat korosi, biaya pengerjaan untuk penggantian material tersebut, biaya untuk pengendalian korosi, biaya tambahan untuk membuat konstruksi dengan logam yang spesifikasinya lebih tinggi.
- b. Kerugian Tidak Langsung: Pemberhentian produksi suatu industri, penurunan efisiensi suatu peralatan, kehilangan produk berharga, pengotoran produk, mengurangi keselamatan kerja, pencemaran lingkungan, pengurangan cadangan sumber logam

## 2.2. Jenis-jenis Korosi

Ditinjau dari letak serangan korosi pada pipa, maka digolongkan menjadi dua daerah korosi, yaitu :

- a. Internal Corrosion : Korosi yang terjadi dari dalam pipa.
- b. External Corrosion : Korosi yang terjadi di luar atau permukaan pipa.

Ditinjau dari bentuk-bentuk serangan korosi, digolongkan menjadi delapan bentuk, yaitu:

- a. Korosi merata
- b. Korosi sumuran
- c. Korosi galvanis
- d. Korosi selektif
- e. Korosi antar butir
- f. Korosi celah
- g. Korosi retak
- h. Korosi gesekan

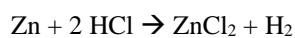
Ditinjau dari penyebabnya korosi pada industri minyak dan gas bumi dapat digolongkan menjadi 4 macam, yaitu diantaranya:

- a. *Sweet Corrosion* : Korosi yang terjadi karena keberadaan CO<sub>2</sub>
- b. *Sour Corrosion* : Korosi yang ditimbulkan oleh keberadaan gas H<sub>2</sub>S
- c. *Oxygen Corrosion* : Korosi yang terjadi pada logam terpapar atmosfer
- d. *Elektrochemical Corrosion*: Korosi yang terjadi akibat proses elektrokimia ( American Petroleum Institute, 1990).

Penelitian ini lebih menitik beratkan pada korosi yang terjadi pada *pipeline* yang terendam dalam air laut dengan melakukan riset miniature lempeng katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit, dengan meneliti anoda yang lebih efektif antara lempeng seng (Zn), baja karbon (Fe) dan lempeng tembaga (Cu).

## 2.3. Reaksi Korosi

Korosi adalah reaksi elektrokimia tepatnya reaksi reduksi dan oksidasi pada 2 material yang memiliki potensial yang berbeda. Jika sepotong logam dicelupkan dalam elektrolit maka umumnya logam akan terkorosi. Contoh pada logam seng dalam larutan klorida:



Logam seng berpindah ke lingkungan sebagai ion seng, ini adalah peristiwa oksidasi atau korosi yang terjadi di daerah permukaan logam yang energinya lebih tinggi dari sekitarnya. Daerah ini disebut daerah anodik atau anoda. Pada umumnya di daerah ini terjadi korosi. Ion hidrogen direduksi menjadi gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dan keluar dari larutan. Peristiwa ini terjadi pada daerah yang permukaan logamnya berenergi lebih rendah, yang disebut katodik atau katoda dimana tidak terjadi korosi.

Peristiwa reduksi dan oksidasi tersebut berlangsung serempak, dan terjadi suatu aliran listrik searah yang merupakan rangkaian tertutup. Arus listrik mengalir dari anoda di permukaan logam masuk ke elektrolit kemudian masuk ke logam katoda dan kembali lagi ke anoda. Jadi dalam proses korosi terjadi perubahan kimia dan perubahan muatan listrik dari unsur-unsur yang terlibat. Oleh karena itu proses korosi adalah proses elektrokimia oksidasi-reduksi.

Dari uraian diatas bahwa korosi dapat terjadi jika terdapatnya komponen-komponen sebagai berikut:

- a. Katoda : Logam yang relatif lebih mulia atau aktiftereduksi, yang permukaannya menjadi tempat berlangsungnya reaksi reduksi.

- b. Anoda : Logam yang relatif lebih aktif teroksidasi atau terkorosi, yang menjadi pemasok elektron bagi reaksi reduksi, sehingga terkorosi.
- c. Konduktor : Sarana untuk transfer elektron dari anoda ke katoda.
- d. Elektrolit : Media yang mengandung zat-zat yang korosif seperti  $H^+$  dan  $O_2$  yang cenderung tereduksi, disamping menjadi tempat bagi zat lain yang dapat mengakselerasi korosi seperti  $Cl^-$ .

Korosi terjadi akibat beda potensial, potensial yang lebih rendah menjadi anoda dan terkorosi, sedangkan potensial yang lebih tinggi akan menjadi katoda. Elektron mengalir dari daerah anoda ke katoda, meninggalkan ion-ion ferum yang bermuatan positif dan tidak stabil. Hal ini dinyatakan dalam persamaan:  $Fe \rightarrow Fe^{++} + 2e^-$  (Reaksi Oksidasi).

Bentuk korosi elektrokimia yang paling sering ditemukan adalah proses elektrokimia dari oksida logam. Oksidasi adalah terlepasnya elektron dari suatu atom, misalnya terlepasnya elektron dari atom besi.

Suatu potensial tertentu yang dikandung setiap logam yang bertendensi untuk terkorosi atau teroksidasi disebut potensial elektroda. Potensial elektroda didapatkan dengan mengukur selisih tegangan listrik antara logam yang diukur dengan elektroda hidrogen standar apabila keduanya dimasukkan ke dalam larutan penghantar atau elektrolit (Sri Widharto, 2001).

#### 2.4. Cara Mendeteksi Korosi

Sifat elektrokimia dari proses korosi memberikan peluang untuk mendeteksi dan mengurangi laju korosi. Ketika sepotong logam ditempatkan pada elektrolit, beda potensial akan tercipta antara logam dengan elektrolit. Hal ini terjadi karena sifat elektrokimia yang menyebabkan terjadinya proses korosi. Kita dapat mengukur beda potensial ini dengan menggunakan *voltmeter*. Kita dapat mengukur beda potensial antara dua logam yang ditempatkan di dalam elektrolit. Dapat pula mengukur beda potensial antara logam dengan elektroda referensi. Beda potensial ini dijadikan acuan sebagai potensial korosi. Untuk elektrolit air laut elektroda referensi yang biasa digunakan adalah Ag/AgCl. Sedangkan untuk elektrolit tanah dan lumpur menggunakan anoda referensi Cu/CuSO<sub>4</sub>.

Pengukuran potensial korosi umumnya digunakan pada pipa atau struktur anjungan yang terendam dalam air laut untuk mendeteksi keberadaan dari sel yang berbeda potensial tersebut. Sebuah koneksi listrik dibuat pada pipa, dan potensial pada pipa tersebut diukur dengan mengacu pada elektroda referensi yang ditempatkan di atas pipa. Elektroda referensi dihubungkan ke bagian negatif dari *voltmeter* untuk mendapatkan pembacaan parameter.

#### 2.5. Pencegahan Korosi

Adapun prinsip pencegahan itu adalah sebagai berikut:

- a. Prinsip perbaikan lingkungan yang korosif
- b. Prinsip netralisasi zat koroden sedemikian rupa sehingga tidak berbahaya lagi
- c. Prinsip perlindungan permukaan dengan cara:
  - (1) Pelapisan dengan cat (*Organic Coating*)
  - (2) Pelapisan dengan bahan anorganik (*Inorganic Coating*)
  - (3) Pembalutan (*Wrapping*)
- d. Penggunaan material yang tahan terhadap jenis korosi tertentu
- e. Proteksi katodik dengan metode:
  - (1) Prinsip anoda korban (*Sacrificial Anodes*)
  - (2) Prinsip arus tanding (*Impressed Current*)
- f. Proteksi anoda
- g. Penggunaan zat pelambat korosi (*Corrosion Inhibitor*)

#### 2.6. Proteksi Katoda

Definisi Perlindungan Katoda, yaitu:

- (i) *NACE (National Association for Corrosion Engineer) America RP 0169-92*  
Proteksi Katodik adalah Teknik pengendalian korosi dengan jalan memperlakukan struktur yang diproteksi sebagai katoda dalam suatu sel elektrokimia.
- (ii) *BS 7361 (dh CP 1021) British Standard*

Proteksi Katodik adalah teknik menjadikan logam imun dari serangan korosi dengan jalan mengalirkan arus listrik searah dalam elektrolit ke arah seluruh permukaan logam.

(iii) *Sulaiman (INDOCOR)*

Proteksi Katodik adalah teknik pengendalian korosi dengan jalan membanjiri struktur dalam elektrolit dengan elektron.

Untuk memproteksi katoda diperlukan arus yang dialirkan melalui elektrolit ke arah logam yang diproteksi, supaya potensial logam turun dan logam menjadi lebih stabil. Untuk menurunkan potensial dari logam/paduan yang akan diproteksi diperlukan sumber arus listrik searah. Sumber arus searah ini dapat diperoleh dari suatu reaksi galvanik yaitu bila logam yang diproteksi dihubungkan dengan logam yang lebih reaktif dalam suatu elektrolit. Cara ini disebut system anoda korban atau *sacrificial anode*. Cara kedua adalah dengan sumber arus listrik searah dari luar, misalnya dengan *rectifier* atau aki. Cara kedua ini disebut system arus tanding atau *impressed current*. Secara sistematis proteksi katoda dibedakan menjadi 2 metode yaitu:

1. Metode Arus Tanding (*Impressed Current*)
2. Metode Anoda Korban (*Sacrificial Anodes*)

Beberapa ahli berbeda pendapat dalam mendefinisikan sistem *Impressed Current ini*, menurut Bambang Widyanto, 2004 definisi dari *Impressed Current* adalah Arus Tanding, sementara menurut Sri Widharto, 2001 adalah Arus Dipaksakan, namun dalam penjelasan metode tersebut keduanya memiliki kesamaan. Arus listrik bolak-balik diubah melalui suatu pengubah arus (*rectifier*) menjadi arus searah. Arus searah tersebut dialirkan pada *ground*, dari *ground bed* mengalir arus searah ke segala arah termasuk ke seluruh permukaan konstruksi baja yang akan dilindungi. Konstruksi yang akan dilindungi dihubungkan langsung dengan sumber arus sehingga terjadi sirkuit yang utuh. Setelah pipa dilindungi, aliran arus rata dari daerah anoda ke daerah katoda tersebut menghilang, dengan demikian proses pengkorosian pada daerah anodapun terhenti.

### 2.6.1. Kelebihan dan Kekurangan Metode Arus Tanding.

Kelebihan dari metode arus tanding, yaitu:

- (a) Cocok untuk struktur besar
- (b) Dapat didesain sesuai dengan keperluan
- (c) Dapat diterapkan untuk semua nilai resistivitas lingkungan
- (d) Arus proteksi mudah diatur
- (e) Digunakan untuk masa operasi panjang (> 20 tahun)
- (f) Biaya awal rendah

Kekurangan dari metode arus tanding yaitu:

- (a) Arus baru berfungsi melindungi kalau dapat mengalir pada benda yang akan dilindungi
- (b) Arus harus dapat mengalir melalui penghantar seperti air atau tanah basah. Arus tidak akan mengalir di udara maupun di tanah/pasir yang kering.
- (c) Hubungan arus tidak boleh terbalik, hubungan positif harus langsung dengan *grund bed* kemudian arus dipancarkan ke segenap penjuru termasuk ke dalam struktur yang dilindungi tersebut. Jika hubungannya terbalik maka akan menjadi kontra produktif (Bambang Widyanto, 2004)
- (d) Efek samping yang dapat terjadi adalah timbulnya molekul Hidrogen yang dapat terserap oleh logam sehingga dapat menyebabkan *Hidrogen Embrittlement* atau penggetasan Hidrogen. *Hydrogen embrittlement* artinya logam tersebut akan menjadi getas (Anonim, Wikipedia, 2006).

## 3. METODELOGI PENELITIAN

Alat-alat yang diperlukan adalah Multi tester (volt meter, Ohm meter, Amper meter), Anoda Referensi (Ag/AgCl), Adaptor atau trafo untuk Sumber arus listrik DC, Aquarium untuk menempatkan miniatur, Neraca analitik.

Bahan yang diperlukan dalam penelitian adalah Elektrolit air laut, 4 buah logam katoda lempengan besi, Anoda dengan 3 variasi material yaitu lempeng seng (Zn), lempeng besi (Fe), lempeng tembaga (Cu), Kabel konduktor dengan spesifikasi standar.

Prosedur penelitian analisa korosi dalam sistem proteksi katodik metode *impressed current* ini akan dibuat persiapan dengan menyiapkan 4 kolam sebagai tempat melakukan simulasi Proteksi Katodik, yaitu kolam A, B, C, dan D, Masing-masing kolam diisi dengan elektrolit sampai pada ketinggian yang cukup untuk

merendam logam yang akan dilindungi, Logam katoda yang akan dilindungi ditimbang lalu dimasukkan atau direndam ke masing-masing kolam kemudian Dilakukan pengetesan nilai potensial korosinya dengan menggunakan anoda referensi Ag/AgCl, Nilai potensial korosinya dicatat, Logam anoda ditimbang dan dicatat berat awalnya.

Pada tahap awal dilakukan Menerapkan Prinsip Proteksi Katodik pada Miniatur. Pada kolam A logam katoda dibiarkan terpapar didalam elektrolit tanpa penerapan proteksi katodik metode arus tanding. Kemudian Pada kolam B logam katoda diproteksi dengan anoda dengan material yang memiliki potensial korosi lebih tinggi dari logam katoda yaitu lempeng seng. Pada kolam C logam katoda diproteksi dengan anoda dengan material yang sama dengan katoda yaitu lempeng besi. Pada kolam D logam katoda diproteksi dengan anoda dengan material yang memiliki potensial korosi lebih rendah dari logam katoda yaitu lempeng tembaga. Logam yang dilindungi dihubungkan secara listrik menggunakan kabel konduktor ke kutub negatif dari travo (sebagai penghasil tegangan), Kutub positif dari travo dihubungkan secara listrik menggunakan kabel konduktor ke anoda. Pada kolam B, C, dan D kuat arus perlindungan diatur sedemikian rupa sehingga mendapatkan nilai potensial proteksi korosi sebesar -800 mVolt dan maksimal -1200mVolt, maka kuat arus pada nilai tersebut dicatat. Langkah ini dilakukan pada ketiga jenis matrial anoda yang berbeda.

Pada tahap pengamatan proses proteksi katodik terus diamati selama 3 hari, Logam katoda dan anoda terus diamati secara visual, Setelah 3 hari ketiga logam katoda dengan perlakuan proteksi katodik dibersihkan lalu ditimbang. Setelah 1 minggu ketiga logam anoda dibersihkan. Prosedur pembersihan logam yang akan dianalisa adalah menggunakan Laboratory Standing Instruction (LSI 3-4-06). Lalu logam-logam tersebut ditimbang. Dicatat pengurangan berat logam setelah percobaan

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari percobaan yang telah dilakukan pada miniatur proteksi katodik metode arus tanding selama 3 hari. Penelitian dilakukan dengan cara memvariasikan material anoda pada sistem. Dalam metode ini anoda diatur agar dapat memberikan potensial proteksi terhadap logam katoda pada skala -800 mV sampai dengan -1200 mV dengan menggunakan anoda referensi Ag/AgCl (perak/perak klorida) pada elektrolit air laut. Berikut tabel data material dan data perlakuan terhadap spesimen selama dilakukannya penelitian.

Tabel 4.1 Massa Terkonsumsi, Laju Korosi, dan Efisiensi proteksi Katodik Metode Arus Tanding

DATA	MATERIAL	LUAS (cm <sup>2</sup> )	MASSA (g) t <sub>1</sub>	MASSA (g) t <sub>2</sub>	MASSA TERKONSUMSI (g)	WAKTU (jam)	FAKTOR KONVERSI (8,76 x 10 <sup>7</sup> )	LAJU KOROSI (g.m <sup>-2</sup> .tahun <sup>-1</sup> )	EFISIENSI (%)
A (TANPA PROTEKSI KATODIK)	KATODA BESI	249.2	216.503	216.3108	0.1917	72	87600000	935.935	0.00%
	ANODA BESI	249.2	213.678	213.5515	0.1269	72	87600000	819.563	33.80%
B	KATODA BESI	249.2	219.511	219.4293	0.082	72	87600000	400.348	57.22%
	ANODA BESI	12.04	152.022	149.4205	3.6013	72	87600000	363918.743	91.81%
C	KATODA BESI	249.2	208.819	208.8028	0.0157	72	87600000	76.652	
	ANODA TEMBAGA	12.04	63.337	60.3196	3.0174	72	87600000	304914.452	

Tabel 4.2 Besaran Kuat Arus Proteksi Yang Diperlukan Terhadap Nilai Potensial Proteksi Pada Tiap Satuan Waktu

PERLAKUAN	NATIVE POTENSIAL (mV)	ON POTENSIAL																
		SELAMA POLARISASI			SETELAH STABIL						ARUS PROTEKSI (mAmpere)							
		0°	60°	120°	JAM KE-0	JAM KE-12	JAM KE-24	JAM KE-36	JAM KE-48	JAM KE-60	JAM KE-72	JAM KE-0	JAM KE-12	JAM KE-24	JAM KE-36	JAM KE-48	JAM KE-60	JAM KE-72
KOLAM A																		
KOLAM B	540	844	1036	1055	1051	1032	1031	1028	992	988	0.031	0.031	0.031	0.028	0.028	0.019	0.014	
KOLAM C	602	1120	1148	1178	1177	1161	1144	1138	1097	1088	0.029	0.029	0.029	0.025	0.025	0.025	0.024	
KOLAM D	667	990	1029	1136	1134	1133	1133	1125	1069	1055	0.021	0.021	0.021	0.015	0.014	0.012	0.012	

Laju korosi dengan menggunakan rumus:

$$LK = \frac{FK \times \text{Massa Terkonsumsi}}{A \times t}$$

Dimana :

LK : Laju korosi (g.m<sup>-2</sup>.tahun<sup>-1</sup>)

FK : Faktor konversi (8,76x10<sup>7</sup> cm<sup>2</sup>.jam/ m<sup>2</sup>.tahun)

- A : Luas permukaan (cm<sup>2</sup>)  
 t : Lama perendaman (jam)

Efisiensi Proteksi Katodik dengan menggunakan rumus:

$$EPK = \frac{LKA - LK(B/C/D)}{LKA} \times 100\%$$

Dimana :

EPK : Efisiensi Proteksi Katodik (%)

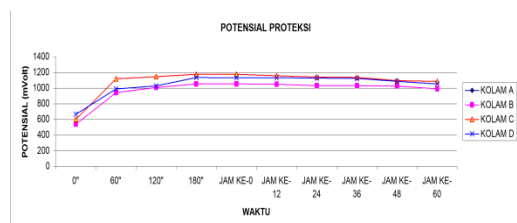
LK A : Laju korosi tanpa proteksi katodik

LK B/C/D : Laju korosi dengan proteksi katodik pada kolam B/C/D

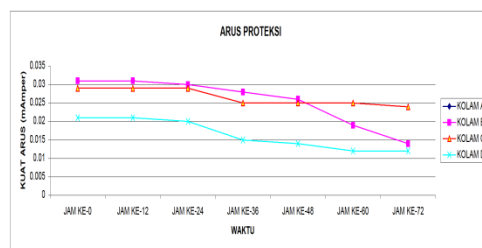
Dari data grafik 4.1 dan grafik 4.2 dapat dilihat untuk melindungi katoda besi yang terpapar didalam elektrolit dengan luas 249,2 cm<sup>2</sup> cukup dengan anoda seng dengan luas 5,38 cm<sup>2</sup> untuk mendapatkan standar potensial proteksi yang berkisar antara -800 mV sampai dengan -1200 mV dengan anoda referensi perak/perak klorida. Menurut A.W Peabody (2001) nilai potensial proteksi untuk besi atau baja karbon minimal sebesar -800mV terhadap anoda referensi perak/perak klorida dalam elektrolit air laut dan jika nilai potensial proteksi melebihi -1200 mV maka akan dapat merusak pelindung pipa dan dapat menimbulkan penggetasan hidrogen.

Proses polarisasi hanya berlangsung sekitar 3 menit ditandai dengan semakin meningkatnya nilai potensial proteksi setelah travo dinyalakan sampai dengan nilai potensial proteksi tersebut stabil di nilai antara -800 mV sampai dengan -1200 mV. Setelah stabil nilai potensial proteksi cenderung menurun seiring terkonsumsinya katoda dan anoda secara perlahan. Gejala ini juga diikuti dengan menurunnya arus proteksi.

Pada kolam B di hari ketiga potensial proteksi maupun arus proteksi menurun drastis dari -1028 mV menjadi sebesar -988 mV dan arus proteksi pun menurun dari 0,028 mA menjadi 0,014 mA. Penurunan nilai potensial proteksi dan arus proteksi ini merupakan yang terbesar bila dibandingkan pada kolam yang lain pada hari ke-3. Hal ini dikarenakan material anoda seng yang terpapar di dalam elektrolit habis terkonsumsi, dan hanya sebagian kecil saja material anoda seng yang masih menempel pada permukaan elektrolit.



Grafik 4.1 Nilai Potensial Proteksi Terhadap Waktu



Grafik 4.2 Nilai Arus Proteksi Terhadap Waktu

Dari data pada Tabel 4.1 dapat dilihat terjadi perbedaan massa yang terkonsumsi pada material pada logam katoda. Pada Kolam A logam katoda terpapar dalam elektrolit tanpa diberikan proteksi katodik, terlihat massa yang terkonsumsi sebesar 0,1917 g dalam waktu 3 hari. Pada Kolam B logam katoda diproteksi dengan anoda Seng (Zn) terlihat bahwa massa yang terkonsumsi pada katoda sebesar 0,1269 g dalam waktu 2 hari. Pada Kolam C logam katoda diproteksi dengan anoda Besi (Fe) terlihat bahwa massa katoda yang terkonsumsi sebesar 0,0820 g dalam waktu 3 hari. Terakhir pada kolam D logam katoda diproteksi dengan anoda Tembaga (Cu) terlihat bahwa massa katoda yang terkonsumsi sebesar 0,0157 g dalam waktu 3 hari. Persentase massa

yang terkonsumsi pada kolam A merupakan yang terbesar kemudian berurutan ke kolam B, kolam C, dan kolam D. Penurunan laju korosi terlihat antara katoda yang terpapar tanpa proteksi dibandingkan dengan katoda yang di proteksi dengan proteksi katodik metode arus tanding.

Dari data pada Tabel 4.1 dapat pula dilihat terjadi perbedaan massa yang terkonsumsi pada material logam Anoda. Pada Kolam B logam katoda diproteksi dengan anoda Seng (Zn) terlihat bahwa massa yang terkonsumsi pada anoda sebesar 1,0389 g dalam waktu 2 hari, karena anoda yang terpapar lebih dulu habis terkonsumsi. Pada Kolam C logam katoda diproteksi dengan anoda Besi (Fe) terlihat bahwa massa anoda yang terkonsumsi sebesar 3,6013 g dalam waktu 3 hari. Terakhir pada kolam D logam katoda diproteksi dengan anoda Tembaga (Cu) terlihat bahwa massa anoda yang terkonsumsi sebesar 3,0174 g dalam waktu 3 hari. Semakin kecil persentase konsumsi suatu anoda maka semakin efisien.

Dari data pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan kebutuhan akan arus proteksi untuk mendapatkan potensial proteksi antara -800mV sampai dengan -1200 mV. Pada Kolam B katoda yang diproteksi dengan anoda Seng (Zn) terlihat bahwa memerlukan arus proteksi yang relatif lebih besar dibandingkan pada kolam lainnya yaitu sebesar 0,031 mA. Pada Kolam C logam katoda diproteksi dengan anoda Besi (Fe) terlihat bahwa kebutuhan arus proteksi sebesar 0,029 mA atau lebih kecil dibanding pada kolam B. Terakhir pada kolam D logam katoda diproteksi dengan anoda Tembaga (Cu) terlihat bahwa kebutuhan arus proteksi sebesar 0,021 mA dan merupakan terkecil dari kolam percobaan yang lain. Semakin kecil kebutuhan arus proteksi suatu sistem proteksi katodik maka semakin efisien.

## 5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan yang ditentukan dari parameter sebagai berikut:

- i. Penggunaan material anoda yang berbeda menghasilkan efektifitas yang berbeda walaupun sistem proteksi katodik pada semua kolam tetap memberikan potensial proteksi yang relatif sama yaitu antara -800 mV sampai dengan -1200 mV dalam melindungi katoda ditinjau dari pengurangan massa pada katoda.
- ii. Penggunaan anoda yang terbuat dari lempeng tembaga lebih efisien dalam memproteksi katoda ditinjau dari pengurangan massa dari anoda.
- iii. Penggunaan anoda yang terbuat dari lempeng tembaga lebih efisien dalam memproteksi katoda ditinjau dari besarnya kuat arus yang diperlukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute, 1990. *Corrosion of Oil - and Gas – Well Equipment*. Production Departement American Petroleum Institue.
- Fakultas Teknik Kimia ITB, Lab Teknologi Elektrometalurgi. 2003. *Corrosion Fundamental 1*. Bandung
- Peabody. A. W, 2001. *Peabody's Control of Pipeline Corrosion, Second Edition*. NACE International, Texas
- Salangka Sulaiman, 1997. *Sains Kimia. Poliyama Widya Pustaka*. Jakarta
- Widharto Sri, 2001. *Karat dan Pencegahannya*. PT Pradnya Paramita. Jakarta
- Widyanto Bambang, 2004. "Proteksi dan Pengendalian Korosi". Makalah Training Indocor. Bandung
- Wikipedia. 2006. *Artikel Be*