

## **PENGARUH TEGANGAN PADA PROSES ELEKTROPLATING BAJA DENGAN PELAPIS SENG DAN KROM TERHADAP KEKERASAN DAN LAJU KOROSINYA**

Ir. Helmy Alian, MT

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32 Indralaya 30662

### **Abstrak**

*Korosi merupakan salah satu dari penyebab dari penurunan mutu logam. Terdapat beberapa cara yang digunakan untuk melindungi logam dari pengaruh korosi, biasanya diberi perlakuan terhadap permukaannya, salah satunya dengan metode pelapisan. Pelapisan dapat dilakukan berbagai cara salah satunya adalah secara elektroplating.*

*Pengujian dilakukan dengan mempersiapkan tujuh spesimen yang telah diukur dan ditimbang terlebih dahulu, kemudian enam spesimen dilakukan proses elektroplating dengan memvariasikan variabel voltase dan jenis logam pelapisnya yaitu seng dan krom, sedangkan satu spesimen dibiarkan tanpa diberi logam pelapis. Setelah proses pelapisan selesai dilakukan penimbangan dan pengukuran lanjutan untuk mengetahui tebal dan berat logam pelapis, setelah itu dilakukan uji kekerasan dengan metode Vickers, dan dilanjutkan dengan uji korosi dengan cara direndam dalam larutan yang menyerupai kondisi air laut selama 168 jam, setelah itu dilakukan pengukuran dan penimbangan akhir spesimen.*

*Hasil pengujian menunjukkan bahwa pelapisan dengan menggunakan logam Krom dengan variasi voltase 6 Volt memiliki laju korosi 0,5781 mm/tahun, pelapis Krom dengan variasi voltase 9 Volt memiliki laju korosi 0,2683 mm/tahun, pelapis Krom dengan variasi voltase 12 Volt memiliki laju korosi 0,0173 mm/tahun, sedangkan untuk pelapisan dengan Seng dengan variasi voltase 6 Volt memiliki laju korosi 0,8489 mm/tahun, pelapis Seng dengan variasi voltase 9 Volt memiliki laju korosi 0,375 mm/tahun, pelapis Seng dengan variasi voltase 12 Volt memiliki laju korosi 0,0573 mm/tahun, dan untuk spesimen tanpa pelapis memiliki laju korosi mencapai 3,5052 mm/tahun.*

*Kata kunci : Air laut, Seng, Krom.*

### **1. Pendahuluan**

#### **Latar Belakang**

Baja adalah salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan dalam bidang teknik. Penggunaan baja dapat disesuaikan dengan kebutuhan karena banyak sekali macamnya dengan sifat dan karakter yang berbeda-beda. Baja dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi dan sebagainya. Hanya sayangnya mutu logam akan menurun akibat adanya suatu hubungan sehingga menyebabkan daya guna suatu logam tersebut tidak maksimal. Salah satu faktor yang banyak menurunkan mutu logam itu adalah korosi.

Masalah korosi telah ditemukan sejak dimulainya penggunaan logam dalam peradaban

manusia. Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Korosi ini menjadi beban bagi peradaban manusia. Korosi tidak hanya menurunkan daya guna dari logam, namun juga menimbulkan kerugian dari segi biaya perawatan.

Dengan mengacu kepada kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat korosi ini, ternyata kebutuhan penanggulangannya sangat diperlukan walaupun dalam banyak hal korosi tidak dapat dihindarkan namun dapat dan berusaha untuk kita kendalikan. Oleh karena itu, pemahaman tentang korosi dan pengetahuan yang cukup mengenai cara pengendaliannya dirasakan sangatlah penting, sehingga nilai daya guna pemanfaatan logam akan maksimum.

### **2. Dasar Teori Pelapisan Logam**



Pelapisan logam adalah suatu cara yang dilakukan untuk memberikan sifat tertentu pada suatu permukaan benda kerja, dimana diharapkan benda tersebut akan mengalami perbaikan baik dalam hal struktur mikro maupun ketahanannya, dan tidak menutup kemungkinan pula terjadi perbaikan terhadap sifat fisiknya. Pelapisan logam merupakan bagian akhir dari proses produksi dari suatu produk. Proses tersebut dilakukan setelah benda kerja mencapai bentuk akhir atau setelah proses penggerjaan mesin serta penghalusan terhadap permukaan benda kerja yang dilakukan. Dengan demikian, proses pelapisan termasuk dalam kategori pekerjaan *finishing* atau sering juga disebut tahap penyelesaian dari suatu produksi benda kerja.

### Macam-Macam Pelapisan Logam

#### a. Pelapisan Dekoratif

Pelapisan Dekoratif bertujuan untuk menambah keindahan tampak luar suatu benda atau produk. Sekarang ini pelapisan dengan bahan chromium sedang digemari karena warnanya yang cemerlang, tidak mudah terkorosi dan tahan lama. Produk 1 ilkan banyak digunakan sebagai aksesoris jaraan bermotor baik yang beroda 2 maupun pada kendaraan beroda 4. Dengan kata lain pelapisan ini hanya untuk mendapatkan bentuk luar yang baik saja. Logam-logam yang umum digunakan untuk pelapisan dekoratif adalah emas, perak, nikel dan chromium.

#### b. Pelapisan Protektif

Pelapisan protektif adalah pelapisan yang bertujuan untuk melindungi logam yang dilapis dari serangan korosi karena logam pelapis tersebut akan memutus interaksi dengan lingkungan sehingga terhindar dari proses oksidasi.

#### c. Pelapisan untuk sifat khusus permukaan

Pelapisan ini bertujuan untuk mendapatkan sifat khusus permukaan seperti sifat keras, sifat tahan aus dan sifat tahan suhu tinggi atau gabungan dari beberapa tujuan diatas secara bersama-sama. Misalnya dengan melapisi bantalan dengan logam nikel agar bantalan lebih keras dan tidak mudah aus akibat gesekan pada saat berputar.

### Pelapisan Logam Ditinjau Dari Sifat Elektrokimia Bahan Pelapis

#### a. Pelapisan Anodik atau *Sacrificial Coating*

Pelapisan anodik merupakan pelapisan dimana potensial listrik logam pelapis lebih anodik terhadap substrat. Contohnya pelapisan pada baja yang memiliki potensial listrik -0,04 Volt yang dilapisi dengan logam Seng yang memiliki potensial listrik -0,0762 Volt. Logam seng bersifat lebih anodik terhadap baja sehingga logam Seng akan mengorbankan dirinya dalam bentuk korosi sehingga logam yang lebih katodik terhindar dari reaksi korosi. Pelapisan ini termasuk dalam jenis pelapisan protektif.

Keunggulan dari pelapisan ini adalah sifat logam pelapis yang bersifat melindungi logam yang dilapisi sehingga walaupun terjadi cacat pada permukaan pelapis karena sebab seperti tergores, retak, terkelupas dan lain-lain sehingga terjadi "eksposure" terhadap lingkungan sekitarnya, sampai batas tertentu tetap terproteksi oleh logam pelapis.

#### b. Pelapisan Katodik

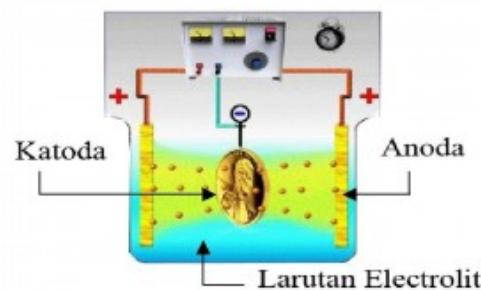
Pelapisan katodik merupakan pelapisan dimana potensial listrik logam pelapis lebih katodik terhadap substrat. Contohnya pelapisan pada tembaga yang memiliki potensial listrik +0,34 Volt yang dilapisi dengan logam Emas yang memiliki potensial listrik +1,5 Volt. Logam Emas bersifat lebih mulia dibandingkan dengan logam tembaga, maka apabila logam pelapis mengalami cacat, logam yang dilapisi akan terekspose ke lingkungan dan bersifat anodik sehingga akan terjadi korosi local yang intensif terhadap substrat.

Pelapisan katodik sangat cocok digunakan pada pelapisan dekoratif karena umumnya aksesoris dan perhiasan dari bahan-bahan imitasi tidak dikenai gaya-gaya dari luar sehingga kecil kemungkinan untuk mengalami cacat local pada permukaan.

#### \Elektroplating ( Pelapisan listrik )

Elektroplating adalah suatu proses pelapisan dimana terjadi pengendapan suatu lapisan logam tipis pada permukaan yang dilapisi dengan menggunakan arus listrik.

Biasanya proses elektroplating dilakukan dalam suatu bejana atau cawan yang terdiri dari elektroda yang dihubungkan dengan arus listrik searah (DC) dimana rangkaian ini disebut sel elektrolisa. Pada bejana atau cawan ini, paling tidak terdapat dua elektroda, dimana masing-masing elektroda dihubungkan dengan arus listrik yang terbagi menjadi kutub positif (anoda) dan kutub negatif (katoda) seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar .1 Proses Pelapisan Listrik (Elektroplating)  
Unsur-unsur Pokok Proses Elektroplating

- 1) Sirkuit Luar



Sirkuit luar terdiri dari sumber arus DC dan peralatan terkait seperti Amperemeter, Voltmeter dan alat pengatur tegangan dan arus.

2) Katoda

Katoda ialah elektroda negatif yang merupakan benda kerja yang akan dilapisi. Katoda atau benda kerja dapat memiliki bentuk dan dapat terbuat dari beraneka logam, yang terpenting katoda harus memiliki kumpulan atom-atom yang terikat dimana elektron-elektronnya dapat bergerak bebas sehingga proses lapis listrik dapat berlangsung dengan baik dan logam dapat menempel dengan kuat pada katoda. Agar mendapatkan hasil pelapisan yang baik, maka diperlukan proses preparasi atau penyiapan sebelum dilakukan pelapisan. Logam-logam yang biasa digunakan sebagai logam dasar, yaitu baja, perak dan tembaga.

3) Larutan Pelapis

Didalam larutan pelapis terdapat ion-ion logam pelapis yang sering disebut "Bath".

4) Anoda

Anoda adalah elektroda positif yang merupakan logam pelapis,

Michael faraday menemukan hubungan antara produk suatu endapan ion logam dengan jumlah arus yang dipakai untuk mengendapkannya. Hubungan ini diungkapkan dalam hukum faraday sebagai berikut :

- 1) Jumlah bahan yang terdekomposisi pada saat berlangsungnya proses elektrolisa berbanding lurus dengan kuat arus (ampere) dan waktu pengaliran arus (detik) dalam suatu elektrolit.
- 2) Jumlah arus yang sama akan membebaskan jumlah ekivalen yang sama dari berbagai unsur.

Pernyataan ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W = \frac{I.t.A}{Z.F}$$

Dimana :

- W = berat yang diendapkan (gram)  
 I = Arus yang dibutuhkan (Ampere)  
 t = Waktu (detik)  
 A = Berat atom logam pelapis  
 Z = Valensi logam pelapis  
 F = Bilangan Faraday (96.500 Coulomb)

Ketebalan endapan atau deposit diperoleh dari perhitungan :

$$Volume (cm^3) = \frac{Berat\ endapan\ (gram)}{Density\ (gram/cm^3)}$$

..... (Lit. 5 hal 35)

Dengan mengukur langsung permukaan benda kerja (katoda) dengan asumsi endapan serba sama, ketebalan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$Ketebalan = \frac{Volume(cm^3)}{Luas\ permukaan(cm^2)}$$

Dalam proses elektroplating, jumlah perubahan kimia yang terjadi akan sebanding dengan jumlah listrik yang mengalir. Namun dari sekian banyak perubahan kimia yang terjadi hanya satu yang diperlukan, yaitu jumlah endapan logam pada permukaan katoda sehingga arus yang diperlukan untuk perubahan kimia dianggap sebagai pemborosan (pengurangan efisiensi).

**Pelapisan Chromium**

Pada pelapisan Chromium untuk industri, Chromium langsung diendapkan tanpa pelapis perantara yang biasanya dilakukan melalui Larutan Pendahulu (*strike solutions*), sedangkan pada pelapisan dekoratif, Chromium merupakan lapisan teratas setelah lapisan pendahuluan yang umumnya Copper-Nikel.

Larutan untuk pelapisan Chromium terutama terdiri dari Asam Chromic ( $CrO_3$ ) ditambahkan sejumlah kecil anion dari senyawa sulfat atau Fluoride kompleks, dimana senyawa utama didalam larutan adalah Asam Chromic ( $CrO_3$ ) yang diencerkan dalam larutan kental  $H_2CrO_4$  dan beberapa asam lain. Namun untuk dapat diendapkan dari air, di dalam larutan tersebut harus ada zat tambahan yang berfungsi sebagai katalis yang memungkinkan terjadinya pengendapan logam Chromium pada katoda, zat tambahan tersebut umumnya adalah Sulfat dan Flourida dalam bentuk Fluosilikat atau Silicofluorida ( $SiF_6$ ).

Perbandingan antara  $CrO_3$  terhadap katalis yang umumnya Sulfat memiliki arti penting bagi hasil yang didapatkan, oleh karena itu ratio antara  $CrO_3$  terhadap Sulfat harus dibuat optimal dalam rangka mendapatkan cakupan arus yang merata dan menyeluruh (*good coverage*). Kedua larutan memiliki kelebihan dan kelebihan masing-masing dimana larutan encer lebih rendah biaya, efisiensi katoda lebih baik. Sedangkan untuk larutan yang pekat memerlukan tegangan arus yang lebih rendah, tidak sensitif terhadap kontaminasi dan cakupan arus lebih baik. Adapun temperatur operasi keduanya antara 32°C hingga 50°C dengan rapat arus sebesar 1430 A/m<sup>2</sup>, pada tegangan arus 4 sampai 12 Volt.

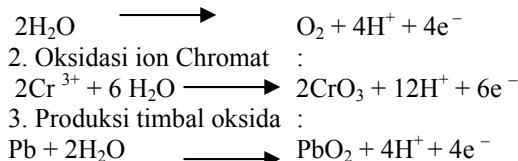
Dalam proses elektroplating ini reaksi yang terjadi pada katoda adalah :

1. Pengendapan Khrom :  
 $Cr_2O_7^- + 14 H^+ + 12e^- \longrightarrow 2Cr + 7H_2O$
2. Pelepasan gas Hidrogen :  
 $2H^+ + e^- \longrightarrow H_2$
3. Pembentukan Cr (III) :  
 $Cr_2O_7^- + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

Sedangkan pada anoda terjadi reaksi :

1. Pelepasan gas Hidrogen :





### Pelapisan Seng

Seng merupakan logam yang paling murah yang dapat melindungi baja dari korosi, proses pelapisannya biasa dilakukan dengan metode pencelupan panas ( hot dipping ) yang sering disebut juga dengan galvanising. Galvanising seng pada baja banyak digunakan oleh pabrik-pabrik kerena prosesnya lebih sederhana dan tentu saja biaya produksi yang lebih rendah dari pada menggunakan proses elektroplating.

Lapisan seng yang melindungi baja akan dikorbankan, karena lapisan seng lebih bersifat anodik daripada baja sehingga akan terkorosi terlebih dahulu dari pada baja. Baja bersifat katodik terhadap seng sehingga akan terus menerus terlindungi selama masih teradapat lapisan seng di permukaannya. Oleh karena itu keropos atau retak pada lapisan seng tidak terlalu berpengaruh, untuk alasan inilah maka lama perlindungan seng terhadap korosi baja merupakan fungsi dari ketebalan lapisan seng, artinya semakin tebal lapisan seng yang melekat pada baja, maka semakin lama juga baja akan terlindungi dari korosi.

Dari potensial standarnya yang negatif yaitu  $-0,76$  mungkin diperkirakan bahwa seng tidak dapat diendapkan dari larutan, tetapi pada kenyataannya overpotensial yang tinggi dari hidrogen pada beberapa bahan memungkinkan terjadinya endapan tersebut. Pada beberapa bahan seperti grafit yang mempunyai overpotensial hidrogen yang rendah adalah sulit atau tidak mungkin mengendapkan seng dari larutan air, ini menjelaskan kesulitan dalam pelapisan seng murni pada material seperti besi cor yang mengandung partikel grafit dipermukaannya, adapun untuk asam yang paling banyak digunakan adalah seng sulfat (  $\text{ZnSO}_4$  ).

### 3. Metoda Penelitian

#### Penyiapan Spesimen

Spesimen yang digunakan pada proses korosi ini adalah baja dengan dengan komposisi kimia seperti dalam tabel berikut ini :

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja

UNSUR	KANDUNGAN %
C	0.182
Mo	0.08
Mn	0.67
Cr	0.32
Fe	98.78

Jenis bahan yang digunakan adalah pelat baja karbon rendah sebanyak 7 keping dengan ukuran 40 mm x 30 mm x 2,5 mm.

Berikut adalah prosedur penyiapan spesimen dalam percobaan ini.

- Pelat baja dihitung luasnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui luasan daerah yang akan terekspos dilingkungan yang kita inginkan.
- Haluskan permukaan spesimen dengan menggunakan amplas sesuai dengan kehalusan yang kita kehendaki.
- Setelah itu dilakukan stamping, yaitu penomoran spesimen dengan alat stamping tujuannya adalah agar identitas dari spesimen jelas.
- Langkah berikutnya adalah degreasing, yaitu suatu langkah yang dilakukan untuk menghilangkan lemak-lemak yang melekat pada spesimen. Cara yang ditempuh yaitu dengan mencelupkan spesimen kedalam larutan etanol, kemudian dikeringkan dengan dryer.
- Lakukan penimbangan berat spesimen satu persatu untuk mendapatkan berat awal spesimen.

#### Pengujian Kekerasan

Pada tahap ini, spesimen yang telah disiapkan diuji kekerasannya dengan menggunakan mesin uji keras jenis Vickers. Pada alat ini, sebagai penekan digunakan indentor berupa intan yang berbentuk piramida bujur sangkar. Pada daerah bekas penekanan, akan terbentuk sudut dua bidang miring yang berhadapan. Angka kekerasan didapat dengan mengukur kedua panjang diagonal daerah hasil penekanan, kemudian dimasukkan kedalam rumus berikut :

$$VHN = \frac{1,854 P}{(\bar{d})^2}$$

Dimana :

$P$  = Beban penekanan ( kg )

$\bar{d}$  = Diagonal rata-rata hasil penekanan

#### Pengujian Korosi

Larutan yang dibuat merupakan  $\text{NaCl}$  dengan persentase  $\text{NaCl}$  mendekati kandungan  $\text{NaCl}$  didalam air laut. Dengan pertimbangan bahwa didalam air laut senyawa yang persentasenya paling tinggi adalah  $\text{NaCl}$ . Meskipun demikian didalam air laut banyak terdapat senyawa-senyawa lain dalam persentase yang rendah.

Air laut mengandung 3,5% garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut, keberadaan garam-garaman mempengaruhi sifat fisis air laut. Dalam pengujian ini larutan  $\text{NaCl}$  yang diperlukan adalah setiap 1 liter air murni dibutuhkan sebanyak 36,05 gr  $\text{NaCl}$ .

Setelah semua bahan telah dipersiapkan kemudian dilakukan pengujian dengan perendaman spesimen dan anoda korban menggunakan larutan  $\text{NaCl}$  sebagai pengganti air laut. Perendaman dilakukan



selama 168 jam. Selama perendaman berlangsung dilakukan pengamatan secara visual terhadap perubahan terhadap spesimen uji.

Dalam tahapan ini spesimen yang telah dicelupkan kedalam larutan NaCl. selama 168 jam dilakukan pemotretan lagi sebelum dibersihkan untuk perbandingan perubahan yang terjadi pada plat, setelah itu spesimen tadi langsung dibersihkan. Tujuan dari pembersihan ini adalah untuk menghilangkan oksida – oksida yang melekat pada spesimen untuk mendapatkan berat akhir spesimen.

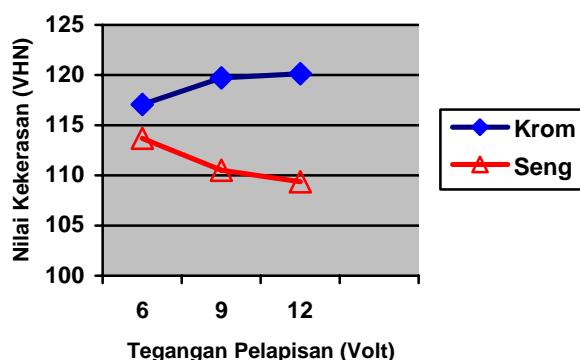
#### 4. Analisa Data Dan Pembahasan

##### Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian ini. Didapat beberapa data spesimen yang telah diuji. Antara lain nilai kekerasan spesimen (VHN), kehilangan ketebalan spesimen ( $\Delta Z$ ), dan kehilangan berat spesimen ( $\Delta W$ ).

Tabel 2 Kekerasan spesimen sebelum dan sesudah pelapisan

Spesimen	Kekerasan sebelum pelapisan (VHN)	Kekerasan sesudah pelapisan (VHN)
1	116.6709	117.0843
2	116.6709	119.7026
3	116.6709	120.1322
4	116.6709	113.6948
5	116.6709	110.4942
6	116.6709	109.3540

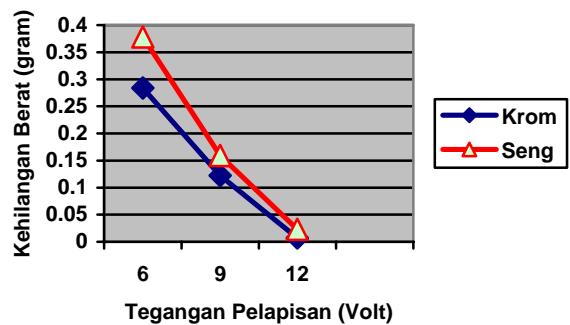


Gambar2. Grafik nilai kekerasan spesimen setelah pelapisan

Tabel 3 Selisih berat pelapis dan berat korosi

No Spesimen	Berat Pelapis ( $W_1$ )	Berat Korosi ( $W_2$ )	Kehilangan Berat ( $W_1 - W_2$ )
1	21.611	21.327	0,284
2	21.616	21.494	0,122
3	21.923	21.916	0,007
4	22.425	22.047	0,378
5	21.691	21.532	0,159
6	23.107	23.084	0,023
7	21.094	19.626	1,468

Dari tabel diatas didapat grafik kehilangan berat spesimen dan grafik kehilangan volume spesimen seperti yang terlihat dibawah ini :

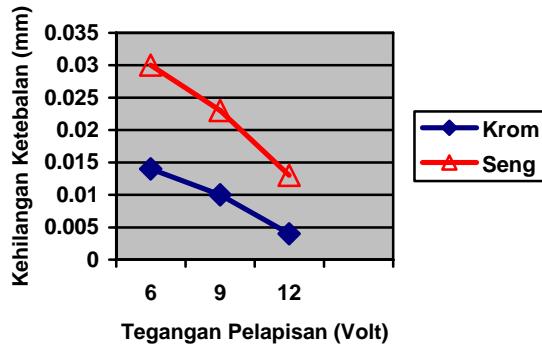


Gambar 3 Grafik kehilangan berat terhadap tegangan pelapisan

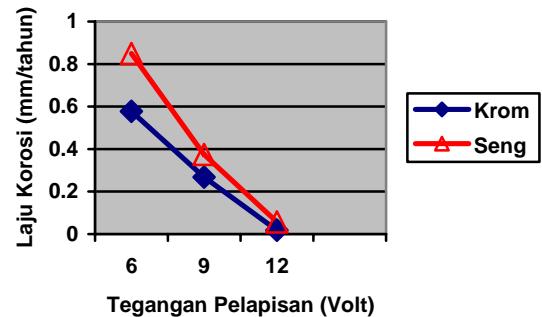
Tabel 4 Selisih tebal pelapis dan tebal korosi

No Spesimen	Tebal Pelapis ( $Z_1$ )	Tebal Korosi ( $Z_2$ )	Kehilangan Tebal ( $Z_1 - Z_2$ )
1	2.363	2.333	0.014
2	2.353	2.330	0.01
3	2.360	2.347	0.004
4	2.370	2.350	0.03
5	2.367	2.357	0.023
6	2.407	2.403	0.013
7	2.356	2.287	0.069





**Gambar 4** Grafik kehilangan ketebalan terhadap tegangan pelapisan



**Gambar 5** Grafik laju korosi spesimen terhadap tegangan pelapisan

#### Perhitungan Laju Korosi

Salah satu metode untuk menentukan laju korosi adalah dengan menghitung berat per satuan atau kedalaman penetrasi per satuan waktu. Laju korosi ini dapat dinyatakan dalam *inches per year* (ipy), *mils per year* (mpy), *milimeter per year* (mm/y), *micrometer per year* ( $\mu\text{m}/\text{yr}$ ).

Kehilangan berat = (kehilangan volume spesimen) x (berat jenis spesimen)

$$\Delta W = \Delta V \times \rho$$

dimana :

$\Delta W$  = Kehilangan berat spesimen (gr)

$\Delta V$  = Kehilangan volume spesimen ( $\text{mm}^3$ )

$\rho$  = Berat jenis spesimen (gr/ $\text{cm}^3$ )

Sedangkan kedalaman penetrasi pada permukaan logam yaitu:

$$t = \Delta V / A$$

$$A = 2 ((x.y) + (x.z) + (y.z))$$

dimana :

$t$  = kedalaman penetrasi (mm)

$\Delta V$  = kehilangan volume spesimen ( $\text{mm}^3$ )

$A$  = luas daerah yang terendam

( $\text{mm}^2$ )

$x$  = panjang permukaan yang terendam (mm)

$y$  = lebar permukaan yang terendam (mm)

$z$  = tebal permukaan yang terendam (mm)

Jadi laju korosi yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$r = t / T$$

dimana :

$r$  = laju korosi (mm/tahun)

$t$  = kedalaman penetrasi (mm)

$T$  = Waktu (tahun)

#### Analisa hasil pengujian

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat pembahasan penting yang berkaitan dengan berbagai pengaruh terhadap masing-masing pengujian. Dari data yang didapat dari penelitian yang dilakukan, maka dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan yang diberikan, maka lapisan krom maupun seng akan semakin tebal. Permukaan pelat baja juga akan semakin halus karena semakin tebal logam pelapis, maka goresan-goresan kecil pada permukaan pelat baja akan tertutupi dan rata terhadap permukaan lainnya. Ini disebabkan karena kemampuan dari larutan elektrolit yang mampu membuat lapisan menjadi rata atau dengan kata lain larutan elektrolit tersebut memiliki kemampuan *levelers*.

Pada saat pengujian korosi, setelah spesimen di masukkan kedalam tabung uji terjadi reaksi pada spesimen yaitu munculnya gelembung-gelembung udara dari permukaan spesimen, dimana jika diamati terjadinya gelembung-gelembung udara tersebut semakin hari semakin berkurang, yang diikuti juga pembentukan titik-titik karat pada beberapa bagian permukaan spesimen. Sedangkan untuk spesimen yang tidak dilapisi mengalami korosi terparah, karena tidak adanya lapisan pelindung.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, laju korosi pada spesimen tanpa proteksi mencapai 3,5052 mm/tahun, laju korosi terbesar spesimen yang dilapisi Seng mencapai 0,8489 mm/tahun, sedangkan spesimen yang dilapisi Krom laju korosi terbesar hanya 0,5781 mm/tahun. Ini membuktikan bahwa logam Krom jauh lebih baik dalam proteksi terhadap korosi jika dibandingkan dengan logam pelapis Seng.

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada pelat baja setelah dilakukan proses pelapisan baik dengan pelapisan Krom maupun dengan pelapisan Seng mendapatkan hasil yang berfariasi. Ini dikarenakan, Krom maupun Seng memiliki nilai kekerasan yang berbeda. Seperti kita ketahui Krom memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi jika dibandingkan Seng



maupun baja, sebaliknya Seng memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah jika dibandingkan baja maupun krom, jadi jika baja di lapisi Krom akan menyebabkan kenaikan nilai kekerasan sebaliknya jika baja dilapisi Seng nilai kekerasannya akan cenderung turun. Tetapi dalam penelitian ini, nilai kekerasan pelapis tidak sebesar kekerasan pada umumnya., hal ini disebabkan karena tebal logam pelapis pada permukaan pelat baja relatif sangat tipis seperti pada pelat baja yang direndam selama 1 jam pada tegangan 12 Volt, hanya memiliki ketebalan 0,047 mm untuk lapisan krom maupun 0,13 mm untuk lapisan Seng. Oleh karena itu pada saat pengujian kekerasan dengan mesin uji kekerasan Vickers, mata intan sebagai indentor pada saat menekan pelat baja yang dilapisi, tidak hanya menekan lapisan pelapis tetapi juga menekan pelat baja itu sendiri.

## **5. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dari hasil pengujian didapat pelapis Krom lebih baik dari pelapis Seng dalam memproteksi baja karbon terhadap laju korosi dalam lingkungan air laut.
2. Penambahan kekerasan terbesar didapat pada tegangan listrik 12 Volt, pada pelapis Krom kekerasan bertambah 6,950 VHN, pada pelapisan Seng sebesar 9,851 VHN.
3. Hasil pelapisan maksimal didapat pada tegangan listrik 12 Volt, pada pelapis Krom sebesar 0,047 mm, pada pelapis Seng sebesar 0,13 mm.
4. Laju korosi terkecil didapat pada tegangan listrik 12 Volt, pada pelapis Krom laju korosi sebesar 0,0173 mm/tahun , pada pelapis Seng laju korosi sebesar 0,0573 mm/tahun.
5. Laju korosi pada spesimen tanpa pelapis mencapai 3,5052mm/tahun, jika dilapisi Krom terjadi penurunan laju korosi sebesar 2,9271mm/tahun sampai dengan 3,4879, sedangkan jika dilapisi Seng penurunan laju korosi sebesar 2,6563 mm/tahun sampai dengan 3,4479mm/tahun.

## **Daftar Pustaka**

- [1] Mars G. Fontana, Norbert D. Greene, *Corrosion Engineering*, Second Edition, McGraw-Hill, Inc, USA, 1978.
- [2] Herbert H. Uhlig, R Winston Revie, *Corrosion And Corrosion And Control*, Thirirs Edition, John Wiley & Sons, Inc, USA. 1985.
- [3] Robert B. Ross, *Metalic Meterials Specification Hand Book*, Fourt Edition, Clays Ltd, St. Ives,1992.
- [4] Dillon C.p, *Corrosion Control In The Chemical Proses Industries*, McGraw Hill, Inc, USA, 1986.

[5] Michael Purba, Soetopo Hidayah, *Sarwono Hadi, Ilmu Kimia Untuk SMA Kelas II*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta,1994.

[6] [7] Kirk-Othmer, *Encyclopedia of Chemical Tecnologi*, Third Edition, Vol. 3 & 7, McGraw-Hill,inc, USA.



