

PENGARUH SUHU DAN WAKTU PELAPISAN TEMBAGA PADA BAJA KARBON RENDAH SECARA ELEKTROPLATING TERHADAP KOROSI

Dewi Sasmita

Dosen Jurusan Tadris Kimia IAIN Batusangkar

email: dewisasmita@iainbatusangkar.ac.id

ABSTRACT

A research was done on steel coated with copper by electroplating with variations in the temperature and the electrolyte solution concentration. Corrosion on metal resulted in quality decrease and material losses. One of the efforts to protect metals against corrosion is by applying the electroplating principle. Electroplating is a way of coating the metal by using electric current. In Electroplating, electrical energy is converted into chemical energy in the electrolytic cell. The purpose of this research was to find out the resistance of low carbon steel against corrosion by variations in the temperature and the electrolyte solution concentration. In this research, electroplating of low carbon steel with copper was done at 9 volts electric voltage with time variations on 10, 20, and 30 minutes at 45⁰C, 55⁰C and 65⁰C temperature. Corrosion test was done by immersing the test specimen in a container contained NaCl with 5% NaCl concentration to substitute seawater for 5 days (Abdul Latif Murabbi). Based on the research result, it was concluded that the time difference of copper coating on low carbon steel by electroplating with variations in time and temperature resulted in unevenly layers. However, gradual correlation between temperature and time of copper coating on low carbon steel was not found. It is similar with the resistance of low carbon steel coated by copper by electroplating with variations of temperature and time which did not have gradual correlation with the resistance against corrosion, however, significance difference was found on steel not coated with copper. Therefore, further research related to iron and copper compounds using other methods but electrochemistry needs to be conducted.

Keywords : *Temperature, Time, Copper Layer, Carbon Steel, Electroplating,*

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan, Besi dan campurannya sudah sangat banyak digunakan, baik untuk peralatan rumah tangga, industri, peralatan kedokteran. Pertanian, dan lain-lain. Namun masalah yang sering ditemui adalah perkaratan yang menyebabkan peralatan ini menjadi berumur pendek sehingga menambah biaya yang harus dikeluarkan.

Perkaratan (korosi) pada logam mengakibatkan penurunan kualitas dan kerugian materil. Untuk itu perlu dilakukan pelapisan logam agar logam terhindar dari korosi dan memiliki daya tahan yang cukup lama. Salah satu upaya melindungi logam dari korosi adalah dengan penerapan

prinsip elektroplating. Elektroplating merupakan suatu cara pelapisan logam dengan menggunakan arus listrik. Dalam Elektrokimia energi listrik diubah menjadi energi kimia dalam sel elektrolitik.

Dalam elektroplating digunakan logam yang lebih tahan korosi digunakan untuk melapisi logam yang mudah berkarat seperti Besi. Secara elektrokimia, logam yang digunakan untuk menghindari korosi adalah logam yang memiliki potensial reduksi lebih kecil daripada logam yang dilapisinya seperti yang terdapat dalam deret volta.

Telah banyak dilakukan pelapisan logam secara elektrokimia tetapi belum ditemukan penelitian tentang pelapisan

Besi dengan Tembaga. Secara elektrokimia, Tembaga memiliki potensial reduksi standar lebih kecil dibandingkan Besi sehingga memungkinkan melapisi Besi dengan Tembaga agar tidak berkarat. Dalam prakteknya penggunaan Besi murni tidak dapat digunakan tanpa campuran dengan logam lain karena sifatnya yang sangat mudah berkarat (korosif) sehingga Besi dicampur dengan berbagai logam lain membentuk alloy. Namun, campuran ini tidak semuanya berkualitas bagus, salah satunya adalah Baja yang merupakan campuran antara Besi dengan Karbon dengan berbagai perbandingan yang menghasilkan Alloy yang kuat dan tahan karat.

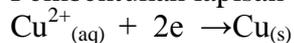
Berdasarkan komposisi perbandingan antara Besi dengan Karbon terdapat tiga macam Baja, yaitu Baja karbon tinggi, sedang, dan Rendah. Jika dilihat dari deret volta, potensial reduksi Tembaga lebih kecil dibandingkan Besi sehingga memungkinkan dilakukan pelapisan Besi oleh Tembaga. Disamping itu Tembaga merupakan logam yang sukar berkarat sehingga diharapkan pelapisan Baja dengan Tembaga akan menghindarkan Baja dari perkaratan.

Penelitian ini bertujuan untuk melapisi Baja karbon rendah dengan Tembaga secara elektroplating dengan variasi suhu dan waktu.

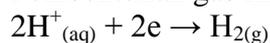
Dalam proses Elektroplating Perpaduan ion logam dengan bantuan arus listrik terjadi melalui larutan elektrolit sehingga ion logam mengendap pada benda padat yang akan dilapisi. Ion logam diperoleh dari elektrolit maupun berasal dari pelarutan anoda yaitu Tembaga di dalam elektrolit (CuSO_4). Pengendapan terjadi pada logam yang berlaku sebagai katoda yaitu Besi.

Reaksi kimia yang terjadi pada proses elektroplating seperti yang terlihat pada Katoda

Pembentukan lapisan Tembaga:



Pembentukan gas Hidrogen:



Reduksi oksigen terlarut :



Pada Anoda terjadi pembentukan gas oksigen gas gasOksidasi gas Hidrogen



Mekanisme terjadinya pelapisan logam adalah dimulai dari dikelilinginya ion-ion logam oleh molekul-molekul pelarut yang mengalami polarisasi. Di dekat permukaan katoda, terbentuk daerah Electrical Double Layer (EDL) yang bertindak seperti lapisan dielektrik. Adanya lapisan EDL memberi beban tambahan bagi ion-ion untuk menembusnya. Dengan gaya dorong beda potensial listrik dan dibantu oleh reaksi-reaksi kimia, ion-ion logam akan menuju permukaan katoda dan menangkap elektron dari katoda, sambil mendeposisikan diri di permukaan Katoda. Dalam kondisi setimbang, setelah ion-ion menjadi atom-atom kemudian akan menempatkan diri pada permukaan katoda dengan mula-mula menyesuaikan mengikuti susunan atom dari material katoda.

Ada beberapa tahap yang harus dilakukan dalam Elektroplating agar hasil yang didapatkan maksimal dan berkualitas tinggi.

Persiapan Permukaan

Tahap ini merupakan tahap *pretreatment* yang bertujuan untuk mempersiapkan benda kerja agar terbebas dari debu, sampah organik seperti lemak dan minyak, serta oksida yang terbentuk sebelumnya. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan Ampelas.

Pembersihan dengan Basa

Basa yang biasa digunakan adalah NaOH 0,5 M sampai 2,5 M yang dipanaskan selama 30- 60 menit pada suhu $60^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$. Setelah selesai dibilas dengan aquades.

Pembersihan dengan Asam

Asam yang digunakan adalah HCl 32 % yang dilakukan selama 3-5 menit. Setelah selesai dibilas dengan aquades.

Degreasing

Proses ini dilakukan dengan melakukan pelarut- pelarut organik seperti n- Heksana.

Modifikasi Permukaan

Modifikasi permukaan adalah perubahan bentuk permukaan logam yang akan dilapisi.

Etching

Etching adalah pembukaan pori-pori dengan larutan H_2SO_4 10% selama 2-5 menit, setelah itu dibilas dengan Air mengalir.

Elektroplating

Setelah semua tahap persiapan sampel dilakukan maka sekarang telah dapat dimulai proses electroplating (Riyanto, 2013).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratorium. Penelitian ini meliputi sintesis dan uji beberapa parameter dari produk yang dihasilkan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium IPA Dasar STAIN Batusangkar pada bulan Juni sampai November 2015. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas, Sumber arus dengan tegangan 6 Volt, Oven Listrik, Gelas kimia, Batang pengaduk, ampelas, Thermometer, dan peralatan Uji Kuat Tarik. Bahan-bahan yang digunakan adalah $CuSO_4$ 1M, Baja Karbon rendah, Kawat Tembaga, Asam Sulfat 10 %, HCl 35 %, NaOH 0,5 M, n-Heksana, Aquades. Larutan garam yang digunakan adalah NaCl 3% , 4% dan 5% digunakan sebagai larutan pengkorosi dalam uji laju korosi.

Prosedur Penelitian

Benda kerja yang telah dibersihkan dielektroplating menggunakan sumber arus searah dengan tegangan 6 volt dengan variasi waktu 10, 20, dan 30 menit pada suhu $45^{\circ}C$, $55^{\circ}C$ dan $65^{\circ}C$. Uji korosi dilakukan dengan cara merendam spesimen uji dalam wadah yang telah berisi larutan NaCl dengan konsentrasi yang berbeda, yaitu NaCl 3%, 4% dan 5% selama dalam waktu yang bervariasi yaitu, 160 jam, 200 jam dan 240 jam (Abdul Latif Murabbi).

Persiapan Sampel

Baja karbon rendah yang akan dilapisi dengan Tembaga dibersihkan EKSAKTA Vol. 2 Tahun XVII Juli 2016

dengan kertas ampelas kemudian dibilas dengan aquades lalu direndam dalam NaOH 0,5 M pada suhu $60-70^{\circ}C$ selama 30-60 menit kemudian dibilas dengan aquades. Selanjutnya benda kerja dicelupkan ke dalam HCl 32 % selama 3-5 menit kemudian dibilas dengan aquades dan n-Heksana. Benda kerja kemudian direndam dalam H_2SO_4 10 % selama 3-5 menit sebelum dibilas dengan aquades.

Langkah Kerja



Benda kerja yang telah dibersihkan dielektroplating menggunakan sumber arus searah dengan tegangan 6 volt. Baja karbon rendah dihubungkan dengan kutub positif sumber arus dan kawat tembaga dihubungkan dengan kutub negative sumber arus. Lamanya proses elektroplating bervariasi yaitu 10, 20, dan 30 menit dengan suhu $45^{\circ}C$, $55^{\circ}C$ dan $65^{\circ}C$.

Karakterisasi

Karakterisasi produk yang dihasilkan diuji ketahanya terhadap korosi menggunakan larutan NaCl 5 % selama 5 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelapisan Tembaga terhadap baja secara elektroplating dilakukan dengan variasi suhu pelapisan $45^{\circ}C$, $55^{\circ}C$, dan $65^{\circ}C$ masing-masing selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit serta sebuah sampel baja yang tidak diperlakukan elektroplating sebagai standar. Larutan elektrolit yang

digunakan adalah CuSO_4 dengan konsentrasi 1M.

Rangkaian alat elektroplating terdiri dari sebuah baterai dengan tegangan 9 Volt, sepasang capit buaya yang akan menghubungkan elektroda dengan baterai, gelas kimia sebagai wadah larutan elektrolit, lampu spiritus sebagai pengatur suhu yang dibantu oleh sebuah termometer alkohol sebagai penunjuk suhu larutan

elektrolit, serta seperangkat kaki tiga. Katoda (kutub negative) adalah Baja karbon rendah sedangkan Anoda (kutub positif) adalah Tembaga. Baja dihubungkan dengan kutub positif dari sumber arus sedangkan Tembaga dihubungkan dengan kutub negative dari sumber arus.

Dari hasil elektroplating diperoleh hasil yang berbeda dari sepuluh benda kerja yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini :

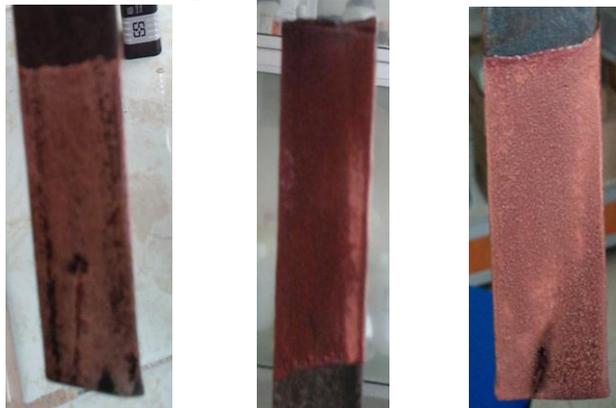
Table 1 Penomoran Sampel Penelitian

	SUHU(derjat Celcius)	45			55			65		
	WAKTU(menit)	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Nomor Sampel		2	3	4	5	6	7	8	9	10

Sampel 1 merupakan standar yaitu baja yang tidak diperlakukan elektroplating. Standar ini akan dijadikan pembandingan terhadap sembilan sampel yang lain. Dari sepuluh sampel, diperoleh sampel yang paling merata lapisan tembaga adalah sampel 2 sedangkan yang paling tidak

merata sebaran lapisannya adalah sampel 10.

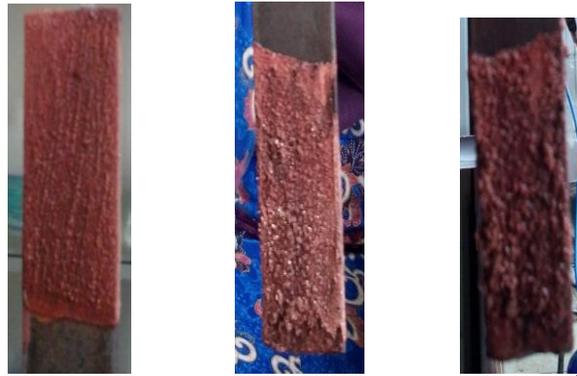
Jika kita bandingkan sampel-sampel yang dielektroplating pada suhu yang sama namun berbeda waktu pelapisannya maka dapat kita amati gambar berikut



Gambar 1. Hasil Elektroplating Baja Karbon Rendah pada Suhu 45°C berurutan selama 10, 20, dan 30 menit

Ketiga sampel ini memiliki lapisan tipis yang homogen pada permukaannya. Tetapi lapisan yang paling homogen terdapat pada sampel yang dielektroplating pada suhu 45°C selama 20 menit (gambar di tengah). Pada gambar pertama (pelapisan selama 10 menit) terlihat lapisannya kurang merata sedangkan pada gambar terakhir (lama pelapisan 30 menit) memperlihatkan mun

culnya butiran-butiran yang kemudian rontok ketika bergesekan dengan dinding wadah penyimpanan. Sedangkan perbandingan permukaan lapisan pada baja karbon rendah yang dielektroplating dengan tembaga pada temperatur 55°C selama 10, 20, dan 30 menit dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Hasil Elektroplating Baja Karbon Rendah pada Suhu 55⁰C berurutan selama 10, 20, dan 30 menit

Dari gambar 2 terlihat bahwa gambar pertama yang merupakan hasil elektroplating baja karbon rendah dengan tembaga pada suhu 55⁰C selama 10 menit memiliki permukaan yang paling homogen dibandingkan dengan gambar yang di tengah (suhu pelapisan 55⁰C selama 20 menit) dan gambar terakhir (suhu pelapisan 55⁰C selama 30 menit). Sedangkan hasil yang

paling tidak homogen lapisannya adalah gambar terakhir (suhu pelapisan 55⁰C selama 30 menit). Ini menunjukkan bahwa lamanya waktu pelapisan mempengaruhi hasil elektroplating. Semakin lama pelapisan pada suhu yang sama menghasilkan lapisan yang semakin tebal namun tidak merata.



Gambar 3 Hasil Elektroplating Baja Karbon Rendah pada Suhu 65⁰C berurutan selama 10, 20, dan 30 menit

Dari ketiga hasil elektroplating Baja karbon rendah dengan Tembaga pada suhu 65⁰C selama 10, 20, dan 30 menit terlihat bahwa lapisan yang paling merata terdapat pada gambar terakhir (suhu pelapisan 65⁰C selama 30 menit), sedangkan lapisan yang paling tidak merata terdapat pada gambar tengah (suhu pelapisan 65⁰C selama 20 menit).

Dari gambar 1,2 , dan 3 terlihat bahwa perbedaan waktu pelapisan baja karbon rendah dengan tembaga secara elektroplating dengan variasi waktu dan temperatur menghasilkan lapisan yang

tidak sama rata. Namun dari ketiga gambar di atas tidak terlihat hubungan yang *gradual* antara suhu dengan waktu pelapisan dalam elektroplating baja karbon rendah oleh tembaga.

Hasil Uji terhadap Nilai Korosi

Setelah dilakukan dilakukannya pelapisan baja dengan tembaga secara elektroplating, dilanjutkan dengan merendam sampel di dalam larutan NaCl 5% untuk melihat ketahanannya terhadap korosi. Hasil uji kekuatan korosif tersebut secara lengkap disajikan pada tabel 2

Table 4.2 Hasil Uji Korosi

Sampel	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5
1	air agak keruh dan baja belum berkarat	air keruh dan baja mulai berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja bewarna hitam pekat
2	air agak keruh dan baja mulai berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air bewarna kuning dan baja bewarna hitam
3	air agak keruh dan baja mulai berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat
4	air agak keruh dan baja mulai berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat
5	air agak keruh dan baja mulai berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat bewarna hitam
6	air agak keruh dan baja mulai berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat
7	air agak keruh dan baja mulai berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat
8	air agak keruh dan baja mulai berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat
9	air agak keruh dan baja mulai berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat
10	air bersih dan baja mulai berkarat	air mulai keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat	air keruh dan baja berkarat

Dari Tabel 2 terlihat bahwa sampel yang paling tidak tahan terhadap korosi adalah sampel 1 yang merupakan baja karbon rendah yang tidak dilapisi dengan tembaga. Perbedaan yang signifikan terlihat pada hari ke lima, sampel 1 terlihat berkarat dan bewarna hitam, begitu juga dengan sampel 5 yang merupakan baja yang dilapisi tembaga pada suhu 55⁰C selama 20 menit.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa perbedaan waktu pelapisan baja karbon rendah dengan tembaga secara elektro plating dengan variasi waktu dan temperatur menghasilkan lapisan yang

tidak sama rata. Namun tidak terlihat hubungan yang *gradual* antara suhu dengan waktu pelapisan dalam elektro plating baja karbon rendah oleh tembaga. Begitu juga halnya dengan ketahanan baja karbon rendah yang dilapisi tembaga secara elektroplating dengan variasi suhu dan waktu pelapisan tidak memiliki hubungan yang *gradual* dengan ketahanan terhadap korosi namun terlihat perbedaan yang signifikan dengan baja yang tidak dilapisi dengan tembaga.

DAFTAR PUSTAKA

Brady, J.E dan Humiston, G.E, **General Chemistry**, New York: John Wiley and Sons. 1982

- Murabbi, Abdul Latif dan Sulistijono, **Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Terhadap Laju Korosi dengan Metode Polarisasi dan Uji Kekerasan Serta Uji Tekuk Pada Plat Bodi Mobil**, Surabaya : Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2012
- Rivai, Abu Khalid, **Ketahanan Korosi Lapisan Tipis Aluminium-Besi dengan Teknik Unbalanced Magnetron Sputtering pada Cairan Pb-Bi Temperatur Tinggi**. Yogyakarta : Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah – Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir 2011 Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN, 2011
- Riyanto, **Elektrokimia dan aplikasinya**, Yogyakarta : Graha Ilmu, 2013
- Syukri, **Kimia Dasar** Jilid 3, Bandung: ITB Press, 1999
- Yunita, **Panduan Demontrasi dan Percobaan Kimia**, Bandung, Pustaka Scientific. 1999
- Toon, Tan Yin dan Kwong Chening, **Chemistry Matter**, Singapore; Marshall Cavendish Education. 2012