

# PENGARUH WAKTU TAHAN CELUP TERHADAP NILAI KILAP DAN KETEBALAN LAPISAN TEMBAGA PADA PROSES ELEKTROPLATING BAJA KARBON TINGGI

Tri Widodo Besar Riyadi\*, Masyrukan, Bibit Sugito, Tri Widodo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Surakarta, Indonesia 57102

\*E-mail: Tri.Riyadi@ums.ac.id

## ABSTRAK

*Elektroplating merupakan proses pelapisan logam dengan logam lain dalam suatu larutan elektrolit dimana arus searah yang dialirkan melalui anoda dan katoda akan menimbulkan reaksi reduksi dan oksidasi sehingga bahan anoda akan tergerus dan melapisi bahan katoda. Kualitas produk elektroplating sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis bahan yang digunakan dan pemilihan parameter prosesnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu tahan celup terhadap kilap dan ketebalan lapisan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan material plat baja karbon tinggi sebagai katoda dan tembaga sebagai anoda. Persiapan bahan katoda dilakukan mulai dari memotong bahan, meratakan dan pemolesan permukaan dengan mesin dan kertas gerinda. Proses plating dilakukan dengan voltase 7 Volt, dan menggunakan variasi waktu tahan celup selama 5, 7 dan 9 detik. Benda hasil elektroplating kemudian diuji nilai kilap lapisannya dengan gloss meter dan ketebalan lapisannya dengan thickness gauge. Hasil pengujian kilap menunjukkan bahwa dengan waktu plating 5 detik diperoleh nilai kilap sebesar 134.7 GU, waktu plating 7 detik diperoleh nilai kilap sebesar 133.7GU, dan waktu plating 9 detik diperoleh nilai kilap sebesar 129.5 GU. Sedangkan pengujian ketebalan menunjukkan bahwa dengan waktu plating 5 detik diperoleh ketebalan lapisan sebesar 0.202  $\mu\text{m}$ , waktu plating 7 detik diperoleh ketebalan sebesar 0.270  $\mu\text{m}$ , dan waktu plating 9 detik diperoleh ketebalan sebesar 0.294  $\mu\text{m}$ .*

**Kata Kunci:** *Elektroplating, Tembaga, Baja Karbon Tinggi, Kilap, Ketebalan*

## PENDAHULUAN

Logam baja karbon tinggi memegang peranan yang cukup penting dalam dunia rekayasa teknik modern karena logam memiliki sifat ulet, keras serta merupakan penghantar listrik yang baik. Tetapi kualitas serta kemampuan logam dapat mengalami penurunan akibat korosi. Banyak hal yang dilakukan untuk mencegah korosi, salah satunya dengan pelapisan permukaan dengan logam lain.

Tembaga (Cu) merupakan logam yang banyak sekali digunakan karena mempunyai sifat fisik dan mekanik yang baik, dimana titik lebur (*melting point*) adalah 1.083 °C, dan titik didih adalah 2.595 °C. Logam ini lunak, ulet, tetapi cukup kuat. Sifat hantaran arus dan panas tembaga juga cukup baik sehingga banyak dipakai sebagai konduktor panas dan listrik yang baik. Tembaga memiliki sifat kimia yang baik yaitu tahan terhadap asam. Dalam udara lembab, lapisan di permukaan tembaga perlahan-lahan

membentuk selaput tipis kehijauan yang dapat melindungi logam dari serangan korosi. Tembaga digunakan sebagai bahan pelapis karena dapat menutup permukaan bahan yang dilapis dengan padat tanpa porositas. Penggunaan tembaga cukup menjanjikan sebagai pelapis baja karbon tinggi, yaitu baja karbon yang mempunyai unsur karbon 0,60% – 1,7%. Baja karbon tinggi ini mempunyai kekuatan cukup tinggi dan banyak digunakan untuk material alat bantu. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Baja karbon ini juga banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti palu, gergaji, pahat potong dan poros (Amstead BH, 1995).

Dalam teknologi pengerjaan logam, proses elektroplating termasuk ke dalam proses pengerjaan akhir atau *metal finishing*. Fungsi utama dari pelapisan logam adalah memperbaiki penampilan dekoratif dan memperbaiki kehalusan atau bentuk permukaan logam dasar. Selain itu, pelapisan logam juga dapat digunakan untuk melindungi logam dasar dari bahaya korosi.

Elektroplating merupakan proses pelapisan logam dengan logam lain dalam suatu larutan elektrolit dengan. Pada proses pelapisan elektroplating, suatu benda yang akan dilapisi berfungsi sebagai katoda dan benda pelapis sebagai anoda. Baik anoda dan katoda dicelupkan ke dalam larutan elektrolit yang mempunyai konsentrasi tertentu. Kemudian arus listrik searah dialirkan ke dalam larutan tersebut sehingga ion-ion pada anoda akan terurai ke dalam larutan. Setelah melalui proses kimia dalam larutan, ion-ion logam dari anoda akan melapisi benda katoda. Banyaknya ion yang diuraikan tergantung dari beberapa faktor, antara lain besarnya arus yang dialirkan, rapat arus, pH larutan, suhu larutan, bentuk elektroda, tegangan antara anoda dan katoda, dan lama waktu pencelupan.

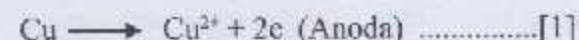
Berdasarkan urian di atas maka penelitian ini dilakukan untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi proses elektroplating baja karbon tinggi yang dilapisi tembaga, terutama pengaruh waktu penahanan celup terhadap kilap dan ketebalan lapisannya.

## TINJAUAN PUSTAKA

Pada proses elektroplating terjadi reaksi elektrokimia, yaitu reaksi yang menghasikan transfer bentuk energi listrik menjadi energi kimia atau sebaliknya. Dalam proses elektroplating, pemberian arus listrik akan menimbulkan reaksi reduksi-oksidasi. Dengan kata lain, energi listrik diubah menjadi energi kimia.

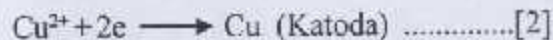
Konsep elektroplating adalah reaksi kimia yang dihasilkan oleh arus listrik. Terminal yang memberikan arus dalam larutan disebut dengan elektroda. Elektroda yang mengalami proses kimia reduksi adalah katoda, sedangkan yang mengalami proses kimia oksidasi adalah anoda. Pada kedua elektroda terjadi proses perpindahan ion, dari katoda ke anoda bermuatan negatif disebut anion, sedangkan dari anoda ke katoda bermuatan positif disebut kation. Larutan tempat terjadinya proses ini disebut elektrolit. Gambar 1 menunjukkan skema proses elektroplating. Pada sistem ini, sel elektrolit yang digunakan adalah larutan  $\text{CuSO}_4$ , tembaga mumi sebagai anoda dan benda yang akan dilapisi sebagai katoda, yaitu baja karbon. Proses plating dimulai dengan mencelupkan anoda dan katoda ke dalam bak yang berisi larutan  $\text{CuSO}_4$  dengan konsentrasi tertentu. Kemudian arus dialirkan ke dalam larutan tersebut sehingga benda katoda akan terlapisi dengan tembaga. Proses pelapisan dapat terjadi karena elektron yang lepas dari atom-atom tembaga meninggalkan anoda yang kemudian masuk ke dalam larutan sebagai ion-ion tembaga. Dalam hal ini di anoda logam tembaga terjadi reaksi kimia dan di katoda  $\text{Cu}^{2+}$  direduksi. Atom-atom tembaga (Cu) akan menjadi  $\text{Cu}^{2+}$  di anoda dan kemudian  $\text{Cu}^{2+}$  direduksi menjadi atom-atom Cu. Logam Cu selanjutnya akan menempel pada katoda sehingga benda tersebut dilapisi dengan tembaga.

Reaksi yang terjadi pada proses pelapisan dapat terjadi sebagai berikut:

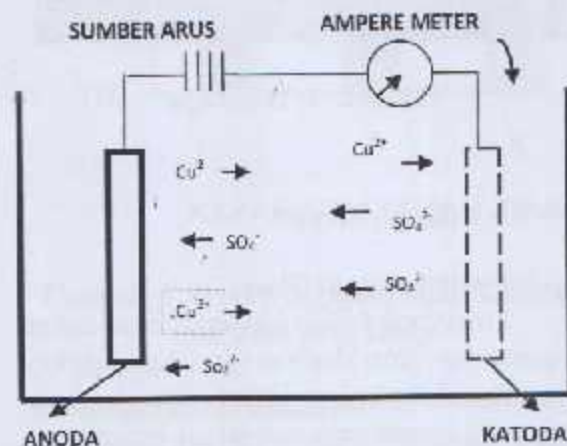


Elektron yang lepas dari atom-atom tembaga meninggalkan anoda yang kemudian

masuk ke dalam larutan sebagai ion-ion tembaga.



Elektron bergerak dari anoda ke katoda beraksi dengan ion-ion Cu menjadi ion-ion tembaga yang melapisi katoda.



**Gambar 1. Proses Reduksi dalam larutan elektrolit**

Studi tentang elektroplating telah berkembang sejak pesat, namun perkembangannya masih membutuhkan banyak studi lanjutan terutama untuk memahami pengaruh parameter prosesnya terhadap kualitas produknya. Risyanto (2006) yang meneliti proses elektroplating tembaga nikel-krom pada bahan aluminium 1100 dan menemukan bahwa semakin lama waktu celup elektroplating akan menghasilkan berat lapisan yang makin tinggi. Semakin lama waktu celup elektroplating juga akan menghasilkan lapisan yang makin tebal.

Hasil produk pada proses elektroplating tergantung pada proses persiapan bahan sebelum plating. Hartomo Anton J (1995) dalam bukunya melaporkan bahwa dalam melakukan elektroplating, benda yang dilapisi tidak boleh begitu saja dicelupkan ke bak tanpa perlakuan terlebih dahulu. Akan tetapi, permukaan benda

harus dibersihkan dan dipoles sehingga permukaannya terbebas dari segala jenis kotoran.

Produk elektroplating juga digunakan untuk keperluan dekoratif. Riyanto (2013) dalam studinya mengatakan bahwa pelapisan permukaan yang mengutamakan keindahan yang mengkilap, dapat dilakukan dengan memberikan lapisan Nikel dan Krom. Selain memberi warna yang indah dan mengkilap, lapisan Nikel yang dipadu dengan Krom juga dapat memberi perlindungan korosi bagi suatu logam. Pemberian lapisan Krom menjadikan bahan lebih keras dan tahan aus serta tahan terhadap kimiawi.

Meskipun banyak penelitian telah dilakukan terhadap proses elektroplating, tetapi studi elektroplating tembaga pada baja karbon tinggi masih terbuka dan membutuhkan banyak penelitian lagi.

## METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian seperti pada Gambar 2, yang diawali dengan penyiapan alat dan bahan, proses elektroplating, dan diakhiri dengan evaluasi nilai kilap dan ketebalan lapisan hasil produk elektroplating. Pada langkah *pretreatment*, dilakukan pembersihan spesimen sebelum melalui proses elektroplating. Pembersihan dilakukan untuk menghaluskan dan mengkilapkan permukaan spesimen agar didapatkan hasil pelapisan tembaga yang baik. Kemudian, proses pelapisan baja karbon dengan tembaga di dalam larutan elektrolit dilakukan dengan menggunakan arus listrik DC dengan tegangan konstan 7 Volt serta variasi waktu tahan celup sebesar 5 detik, 7 detik, dan 9 detik. Setelah proses plating selesai dilakukan, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat kualitas dari bahan yang telah diplating. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian nilai kilap lapisan dan pengujian ketebalan lapisan.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Baja karbon tinggi sebagai bahan katoda yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3, dengan dimensi panjang 4.0 cm, lebar 4.5 cm, dan ketebalan 1.5 cm. Gambar tersebut diambil sebelum mengalami proses penghalusan permukaan. Bahan tembaga yang digunakan sebagai anoda atau bahan lapisan dapat dilihat pada Gambar 4. Bahan kimia yang akan dilarutkan dalam proses elektroplating adalah:

- *Aquades* ( $H_2O$ ): 90 liter
- *Brass Salt* ( $CuZn$ ): 5 kg/90 liter *aquades*
- *Potassium Cyanide* ( $KCN$ ): 3 biji/90 liter *aquades*
- *Amoniak* ( $NH_3$ ): 5 ml/liter



Gambar 3. Spesimen baja karbon tinggi



Gambar 4. Tembaga

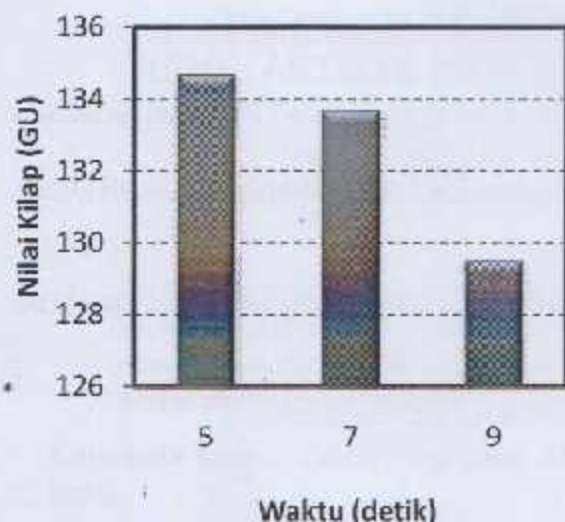
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengujian Kilap (*Gloss*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kilap (*gloss*) lapisan spesimen. Adapun pengamatan kilap lapisan dilakukan dengan sudut sinar  $60^\circ$ , dengan cara menyinari permukaan spesimen menggunakan *gloss meter*. Hasil yang diperoleh dari 3 spesimen adalah seperti pada Tabel 1. Dari data tersebut maka diperoleh grafik hubungan antara waktu pencelupan dengan tingkat kilap spesimen seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Dari hasil pengujian kilap pada spesimen dengan variasi waktu 5 detik diperoleh nilai kilap sebesar 134,7 *GU*, waktu celup 7 detik diperoleh nilai kilap sebesar 133,7 *GU*, dan waktu celup 9 detik diperoleh nilai kilap sebesar 129,5 *GU*. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama penahanan waktu celup akan menurunkan tingkat kilap pada spesimen. Hal ini mungkin dikarenakan karena arus yang mengalir semakin besar sehingga mengakibatkan panas pada elektron yang lepas dari atom-atom tembaga menempel pada katoda dan menyebabkan warna hitam atau coklat pada spesimen.

Tabel 1. Data hasil pengujian kilap

Voltase (Volt)	Waktu celup (detik)	<i>Gloss Unit</i> (GU)
7	5	134,7
7	7	133,7
7	9	129,5



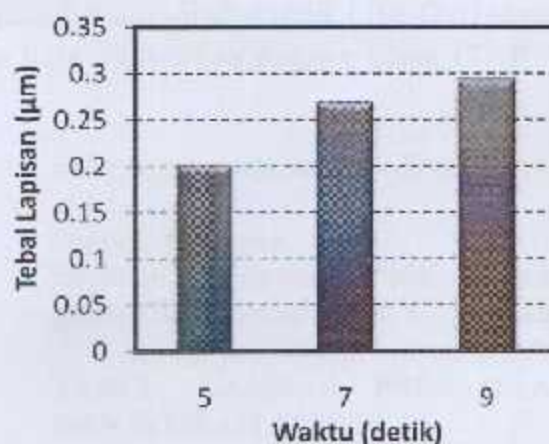
Gambar 5. Hasil pengujian kilap dengan variasi waktu celup

## 2. Pengujian ketebalan

Pengujian ketebalan ini dilakukan untuk mengetahui tebal lapisan yang terdapat pada spesimen dengan menggunakan *thickness gauge*. Adapun pengamatan tebal lapisan yang terdapat pada spesimen dilakukan dengan menitikkan *thickness gauge* pada permukaan spesimen. Hasil ketebalan lapisan yang diperoleh tercantum pada Tabel 2. Dari hasil pengujian tebal lapisan pada spesimen dengan variasi waktu celup 5 detik diperoleh ketebalan lapisan sebesar  $0.202 \mu\text{m}$ , waktu celup 7 detik diperoleh ketebalan lapisan sebesar  $0.270 \mu\text{m}$ , dan waktu celup 9 detik diperoleh ketebalan lapisan sebesar  $0.294 \mu\text{m}$ . Dari hasil tersebut maka diperoleh hubungan antara waktu celup dan ketebalan lapisan seperti pada Gambar 6. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama penambahan waktu pada proses pencelupan maka akan semakin tebal lapisan tembaga. Hal ini mungkin karena semakin lama waktu celup maka semakin banyak ion tembaga yang menempel pada katoda sehingga lapisan yang terbentuk semakin tebal.

Tabel 2. Data hasil pengujian ketebalan

Waktu celup (detik)	Ketebalan Lapisan ( $\mu\text{m}$ )					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
5	0,21	0,18	0,21	0,21	0,20	0,202
7	0,28	0,27	0,26	0,27	0,27	0,270
9	0,30	0,28	0,31	0,30	0,28	0,294



Gambar 6. Ketebalan lapisan dengan variasi waktu

## KESIMPULAN

Dari hasil data eksperimen yang diperoleh maka dapat disimpulkan:

1. Dari pengujian kilap dengan *gloss meter* diperoleh hasil bahwa semakin lama waktu pencelupan akan mempengaruhi arus sehingga mengakibatkan spesimen menjadi hitam atau coklat pada specimen.
2. Dari pengujian ketebalan lapisan diperoleh hasil bahwa semakin lama waktu pencelupan pada proses elektroplating maka akan memperoleh ketebalan lapisan yang makin tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amstcad, BH, Djaprie, S. (Alih Bahasa), 1991, Teknologi mekaniik, Edisi ke-7 PT. Erlangga, Jakarta.
- Hartomo Anton J, Kameko T, 1992, Mengenal pelapisan Logam (elektroplating), Andi Offset, Yogyakarta.
- Risyanto, 2006, Tugas Akhir: Proses elektroplating tembaga nikel–krom pada aluminium 1100. UMS, Surakarta.
- Riyanto Ph.D, 2013, Elektroplating dan aplikasinya, Graha ilmu, Yogyakarta.