

**NASKAH PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH WAKTU PENAHANAN CELUP
TERHADAP KETEBALAN PERMUKAAN DAN KILAP
PADA PROSES ELEKTROPLATING
BAJA KARBON TINGGI**



Diajukan Untuk Memenuhi Tugas Dan Syarat-Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun :

TRI WIDODO
NIM : D 200 070 029

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2014

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul "**ANALISIS PENGARUH WAKTU PENAHANAN CELUP TERHADAP KETEBALAN PERMUKAAN DAN KILAP PADA PROSES ELEKTROPLATING BAJA KARBON TINGGI**", telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Tri Widodo**

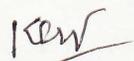
NIM : **D 200 070 029**

Disetujui pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 26 Juni 2014

Pembimbing Utama



Ir. Masyrukan, MT

Pembimbing Pendamping



Tri Widodo Besar R., ST., MSc., Ph.D

Ketua Jurusan



Tri Widodo Besar R., ST., MSc., Ph.D

**ANALISIS PENGARUH WAKTU PENAHANAN CELUP TERHADAP
KETEBALAN PERMUKAAN DAN KILAP PADA PROSES
ELEKTROPLATING BAJA KARBON TINGGI**

Tri Widodo, Masyrukan, Tri Widodo Besar Riyadi

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartosuro

Email :trie_widodo@rocketmail.com

ABSTRAKSI

Elektroplating yaitu proses pelapisan logam dengan logam lain di dalam suatu larutan elektrolit dengan pemberian arus listrik. Konsep yang digunakan dalam proses elektoplating adalah konsep reaksi reduksi dan oksidasi dengan menggunakan sel elektrolisa. Dalam sel elektrolisa arus yang akan dialirkan akan menimbulkan reaksi reduksi dan oksidasi dengan mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Elektroplating dengan menggunakan pelapis tembaga pada plat baja karbon tinggi. Tujuan Tugas Akhir ini adalah mengetahui pengaruh variasi waktu tahan celup terhadap ketebalan dan kilap hasil pelapisan tembaga.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan material plat baja karbon tinggi dengan dimensi 4 cm x 4,5 cm x 1,5 cm sebanyak 3 spesimen. Voltase yang digunakan adalah 7 volt. Setelah diplating material diuji ketebalan lapisan dengan Thickness gauge dan uji kilap lapisan dengan Gloss meter.

Dari hasil pengujian tebal lapisan dengan variasi waktu 5 detik sebesar 0.202 μm , 7 detik sebesar 0.270 μm , 9 detik sebesar 0.294 μm . Dari hasil pengujian kilap Gloss meter dengan variasi waktu 5 detik sebesar 134.7 GU, 7 detik sebesar 133.7GU, 9 detik sebesar 129.5 GU.

Kata kunci : Elektroplating, Tembaga, Ketebalan, Kilap, Baja Karbon Tinggi.

PENDAHULUAN

Berbagai macam barang yang berasal dari logam baik baja, besi, aluminium dan lain-lain dibentuk dan dicetak sehingga mempunyai bentuk yang diinginkan. Dalam teknologi pengerjaan logam, proses elektroplating termasuk ke dalam proses pengerjaan akhir *metal finishing*. Fungsi utama dari pelapisan logam adalah memperbaiki penampilan *dekoratif* misalnya: pelapisan tembaga, pelapisan nikel, pelapisan chrom, dan Juga memperbaiki kehalusan atau bentuk permukaan logam dasar. Selain itu juga melindungi logam dasar dari korosi. Korosi dapat didefinisikan sebagai perusakan suatu material terutama logam karena bereaksi dengan lingkungan.

Pada penelitian ini penulis melakukan proses elektroplating dengan menggunakan pelapisan tembaga pada plat baja karbon tinggi yang selanjutnya akan diuji untuk mengetahui ketebalan lapisan dan tingkat kilap pada material yang telah dilapisi.

BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan untuk dilapis tembaga adalah baja karbon tinggi berupa plat dengan dimensi 4 cm x 4,5 cm dengan ketebalan 1,5 cm. (sebanyak 3 buah).
2. Bahan pelapis yang digunakan dalam penelitian ini adalah tembaga.
3. Parameter lain yang ditetapkan pada rangkaian yaitu : Besar tegangan listrik yang dipilih adalah 7 volt dan jarak anoda – katoda 20 cm.
4. Proses waktu celup material yang diterapkan adalah 5 detik, 7 detik dan 9 detik.
5. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian *Gloss meter* untuk mengetahui tingkat kilap lapis tembaga hasil elektroplating. Dan pengujian ketebalan *Thickness gauge*.

TUJUAN PENELITIAN

1. Menentukan pengaruh waktu tahan celup pada baja karbon tinggi proses elektroplating tembaga
2. Mengetahui tingkat kilap dan ketebalan lapisan pada spesimen setelah proses elektroplating tembaga

TINJAUAN PUSTAKA

Hartomo, Anton J (1995) Dalam teorinya mengatakan bahwa dalam

melakukan elektroplating, barang yang dilapis tidak boleh begitu saja dicelupkan ke bak tanpa perlakuan terlebih dahulu. Permukaan harus bersih idealnya berupa atom-atom logam tanpa pengotor apapu.

Risyanto (2006) Proses elektroplating tembaga nikel–krom pada aluminium 1100 disimpulkan bahwa semakin lama waktu celup elektroplating semakin berat lapisan yang dihasilkan. Semakin lama waktu celup elektroplating semakin tebal lapisan yang dihasilkan.

Alois Schonmeetz, Karl Gruber, 1985 dalam teorinya mengatakan bahwa pelapisan permukaan yang mengutamakan keindahan yang mengkilap, yaitu dengan memberikan Nikel-Krom. Nikel memang tidak peka terhadap akibat kimiawi, akan tetapi akan memberi perlindungan yang menyakinkan bagi suatu logam yang dipadu dengan Krom. Pemberian tipis pada Baja sangat baik bila menggunakan Krom, dikarenakan sifat Krom itu sendiri pada hasil pelapisan menjadikan keras dan tahan aus serta tahan terhadap kimiawi. Lawrence H, Van Vlack, 1985.

LANDASAN TEORI

Elektroplating

Elektroplating yaitu proses pelapisan logam dengan logam lain didalam suatu larutan elektrolit dengan pemberian arus listrik. Konsep yang digunakan dalam proses elektroplating adalah konsep reaksi reduksi dan oksidasi dengan menggunakan sel elektrolisa. Dalam sel elektrolisa arus yang akan dialirkan akan menimbulkan reaksi reduksi dan oksidasi dengan mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Proses pelapisan terjadi jika suatu benda yang akan dilapisi berfungsi sebagai katoda dan benda pelapis sebagai anoda dicelupkan kedalam larutan elektrolit dengan konsentrasi tertentu, kemudian arus dialirkan kedalam larutan tersebut maka ion-ion pada anoda akan terurai kedalam larutan dan akan melapisi benda yang akan berfungsi sebagai katoda. Banyaknya ion yang diuraikan tergantung dari besarnya arus yang dialirkan. Semakin besar arus yang dialirkan semakin banyak ion yang diuraikan begitu pula sebaliknya.

Tujuan dari elektroplating itu sendiri selain untuk mempertinggi nilai dekoratif juga berfungsi sebagai proteksi terhadap korosi

dan untuk menghasilkan benda atau logam yang memiliki karakteristik fisik dan mekanik tertentu.

Dasar teori elektroplating

1. Reaksi Elektrokimia

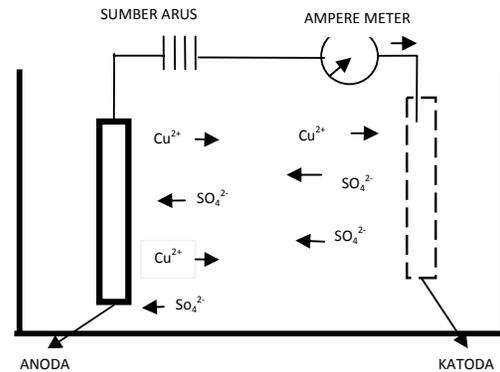
Reaksi elektrokimia yaitu reaksi yang menghasilkan transfer, bentuk energi listrik menjadi energi kimia atau sebaliknya. Melalui saling interaksi antara arus listrik dan reaksi reduksi-oksidasi. Dalam proses elektroplating pemberian arus listrik akan menimbulkan reaksi reduksi-oksidasi, dengan kata lain energi listrik diubah menjadi energi kimia.

Proses pelapisan dapat terjadi karena elektron yang lepas dari atom-atom tembaga meninggalkan anoda yang kemudian masuk kedalam larutan sebagai ion-ion tembaga.

2. Reaksi reduksi Oksidasi

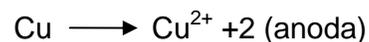
Jika sel elektrolit digunakan tembaga murni sebagai anoda dan benda yang akan dilapisi sebagai katoda. Keduanya dicelupkan ke dalam bak yang berisi larutan CuSO_4 , dengan konsentrasi tertentu, kemudian arus dialirkan ke dalam larutan tersebut maka benda katoda akan terlapisi dengan tembaga. Dalam hal ini di anoda logam tembaga terjadi reaksi kimia dan di katoda Cu^{+2} direduksi. Atom-atom tembaga (Cu) akan menjadi Cu^{+2}

dianoda dan Cu^{+2} direduksi menjadi atom-atom Cu dan logam Cu ini akan menempel pada katoda sehingga benda tersebut telah dilapisi dengan tembaga.



Gambar 1 Proses Reduksi dalam Larutan

Proses pelapisan dapat terjadi sebagai berikut : elektron yang lepas dari atom-atom tembaga meninggalkan anoda yang kemudian masuk kedalam larutan sebagai ion – ion tembaga.



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



3. Hukum Faraday

Hukum Faraday merupakan salah satu hukum yang

berhubungan dengan proses electroplating yang menyatakan bahwa dengan adanya arus yang mengalir dalam larutan elektrolit maka terjadilah gerakan ion dan penetralan ion. Hubungan antara jumlah arus listrik yang mengalir dengan jumlah logam yang dibebaskan kedalam larutan tersebut dinyatakan oleh Michael Faraday (1791–1867) dalam hukumnya yang berbunyi :

- Jumlah logam yang berbentuk pada elektroda suatu sel, sebanding dengan arus yang mengalir.
- Jumlah logam yang diuraikan atau dihasilkan oleh arus listrik yang sama didalam sel yang berbeda sebanding dengan berat ekuivalen logam tersebut.
- Bila efisiensi arus 100% maka berat logam yang diendapkan adalah berbandingan lurus dengan arus yang mengalir melalui larutan dan sebanding berat ekuivalen logam dan waktu elektroplating.

TEMBAGA

Manusia mengenal tembaga sejak zaman prasejarah, dan logam itu mulai ditambang setidaknya 6000 tahun lampau. Kegunaan untuk piranti listrik, bangunan, alat industri, kendaraan bermotor, dan alat komunikasi.

Tembaga bersifat liat lunak dan ulet. Tidak terlalu teroksidasi oleh udara : bila terjadi, terbentuk *patina* (hijau) terdiri atas *Hidrokarbonat* dan *Hidrososulfur*. Reaksinya dengan *sulfida* (gas, lembab) juga sedikit, tetapi berbentuk *tarnish* (film noda/bercak)

Tembaga memiliki sifat-sifat antara lain:

- a. Logam berwarna kemerahan dan berkilau.
- b. Dapat ditempa dan dibengkokkan.
- c. Merupakan penghantar panas dan listrik yang baik.
- d. Titik leleh : 1.083°C , dan Titik didih : 2.301°C .

Sifat-sifat kimia tembaga

- a. Di udara kering sukar teroksidasi, akan tetapi jika dipanaskan akan membentuk oksida tembaga (CuO).

- b. Di Udara lembab akan di ubah menjadi senyawa karbonat atau karat basa.
- c. Tidak dapat bereaksi dengan larutan HCl encer maupun H₂SO₄ encer.
- d. Dapat bereaksi dengan H₂SO₄ pekat maupun HNO₃ pekat dan encer.

Tembaga juga bagus sebagai lapisan dasar sebelum *plating* berikut memakai logam lain seperti dimaksudkan. Permukaan halus dan cerah. Demikian pula sifat fisik dan kimia tembaga amat baik dan bermanfaat, daya hantar listrik hanya kalah oleh Perak. Tembaga pun relatif *inert* terhadap berbagai larutan *plating*, maka logam basis yang diserang larutan tersebut dapat terlindung bila diplat tembaga terlebih dahulu. Apalagi tembaga secara elektrokimia, berat terplat tiap satuan listriknya cukup baik dan besar. Jadi lebih irit arus, juga dibandingkan nikel maupun krom.

BAJA KARBON TINGGI

Baja adalah logam paduan dengan besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur tambahan lainnya. Kadar karbonnya lebih rendah dari pada kadar karbon pada besi cor dan biasanya kurang dari 1,0% C. Sebagai unsur tambahan selain karbon, baja mengandung 0,20% sampai 0,70%, Si:0,50% sampai 1,0%. Mn: 0,06% fosfor dan kurang dari 0,06% belerang. Penambahan unsur-unsur dalam baja karbon dengan satu unsur atau lebih, tergantung dari pada karakteristik baja karbon yang akan dibuat.

Baja karbon digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan banyaknya karbon yang terkandung dalam baja yaitu:

1. Baja Karbon Rendah

Yaitu baja karbon yang mempunyai unsur karbon 0,08% – 0,35%.

2. Baja Karbon Sedang

Yaitu baja karbon yang mempunyai unsur karbon 0,35% – 0,59%.

3. Baja Karbon Tinggi

Yaitu baja karbon yang mempunyai unsur karbon 0,60% – 1,7%

Baja karbon tinggi Baja ini mempunyai kekuatan paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji, pahat potong, poros dan sebagainya. (Amstead, BH, 1995)

Metode Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir, metodologi penelitian yang digunakan dalam penyelesaian laporan ini dapat dilihat pada gambar diatas. Langkah-langkah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Study Pustaka dan Survey Lapangan
Pencarian data yang berhubungan dengan penelitian dari buku atau laporan yang sesuai, serta meninjau langsung ke tempat elektroplating.
2. Persiapan Alat dan Bahan
Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk electroplating.
3. *Pre Treatment* Proses Elektroplating Tembaga

Pembersihan spesimen sebelum melalui proses elektroplating. Pembersihan dilakukan untuk menghaluskan dan mengkiapkan permukaan spesimen agar didapatkan hasil pelapisan tembaga yang baik.

4. Proses Elektroplating Tembaga
Proses pelapisan baja karbon dengan tembaga di dalam larutan elektrolit, menggunakan arus listrik DC dengan tegangan konstan 7 volt serta variasi waktu tahan celupnya 5 detik, 7 detik, dan 9 detik.
5. Pengujian
Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat kualitas dari bahan yang telah kita plating. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian ketebalan lapisan plating serta pengujian Pengujian kilap permukaan lapisan.
6. Data Hasil Penelitian dan Pembahasan
Mencatat data hasil penelitian dan melakukan pembahasan lebih lanjut. Diharapkan dapat mempunyai hasil positif.
7. Kesimpulan
Menyimpulkan data dan hasil pembahasan.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Gerinda *Polishing*
2. Bak plastik
3. Amplas
4. Power *supply* DC

5. *Thermometer*
6. *Clamp meter*
7. Kertas pH
8. *Stop wacth*
9. *Areometer*
10. *Crystal heater*
11. Sarung tangan
12. Gelas ukur
13. *Silika gel*
14. Batu hijau
15. *Gloss meter* (alat uji kilap lapisan)
16. *Thckness gauge* (alat uji ketebalan lapisan)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

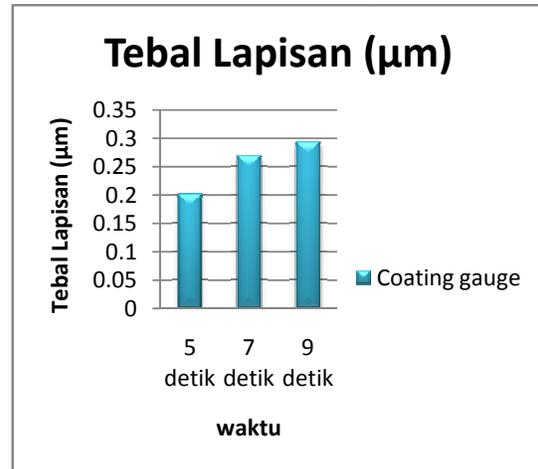
1. Plat baja karbon tinggi
2. Plat tembaga
3. Bahan kimia
 - Air aquades 90 liter
 - *Brush salt* 5 kg
 - *Potasium cyanida* 3 biji
 - *Amonia* 5 ml

Data Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Tabel1 Data Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan

No	Waktu (detik)	Tebal lapisan (μm)			
		1	2	3	4
1	5	0.21	0.18	0.21	0.21
2	7	0.28	0.27	0.26	0.27
3	9	0.28	0.31	0.31	0.30

5	Rata-rata
0.20	0.202
0.27	0.270
0.28	0.294



Gambar 2 Grafik Ketebalan

Dari hasil pengujian ketebalan lapisan didapat hasil, waktu 5 detik sebesar $0.202 \mu\text{m}$, 7 detik sebesar $0.270 \mu\text{m}$, 9 detik sebesar $0.294 \mu\text{m}$.

menunjukkan bahwa semakin lama penambahan waktu pada proses pencelupan maka akan semakin tebal lapisan tembaga. Karena elektron yang lepas dari atom-atom tembaga meninggalkan anoda yang kemudian masuk kedalam larutan sebagai ion tembaga. Dalam hal ini anoda logam tembaga terjadi reaksi kimia dan di katoda Cu^{+2} direduksi. Atom-atom tembaga (Cu) akan di reduksi menjadi Cu^{+2} di anoda dan Cu^{+2} di reduksi menjadi atom Cu dan logam Cu ini akan menempel katoda sehingga benda akan terlapsi dengan tembaga. Semakin lama waktu deposisi semakin banyak ion tembaga yang menempel pada katoda dengan

demikian lapisan yang terbentuk semakin tebal. (Riyanto, Ph.d. *Elektrokimia dan aplikasinya*. 2013).

Tabel 2 Data Hasil Pengujian kilap (Gloss meter)

No	Waktu (detik)	Voltase (volt)	Gloss Unit (GU)
1	5	7	134,7
2	7	7	133,7
3	9	7	129,5



Gambar 3 Grafik pengujian kilap (Gloss)

Dari hasil pengujian kilap(gloss) pada spesimen dengan variasi waktu 5 detik sebesar 134,7 *GU*, 7 detik 133,7 *GU*, 9 detik sebesar 129,5 *GU*.

menunjukkan bahwa dengan waktu celup 5 detik didapat hasil kilap yang cukup baik, ini menunjukkan bahwa semakin lama penahanan waktu celup mempengaruhi tingkat kilap pada spesimen. Hal ini dikarenakan arus yang mengalir

semakin besar sehingga mengakibatkan panas pada elektron yang lepas dari atom-atom tembaga yang kemudian menempel pada katoda. Dan menyebabkan warna hitam atau coklat pada spesimen.

Kesimpulan

Dari hasil analisis data, maka dapat disimpulkan

- ✓ Dari hasil pengujian tebal lapisan dengan variasi waktu 5 detik sebesar 0.202 μm , 7 detik sebesar 0.270 μm , 9 detik sebesar 0.294 μm . Semakin lama waktu pencelupan maka akan menambah tebal lapisan.
- ✓ Dari hasil pengujian *gloss* dengan variasi waktu 5 detik sebesar 134,7 *gloss unit*, 7 detik sebesar 133.7 *gloss unit*, 9 detik sebesar 129.5 *gloss unit*. Semakin lama waktu pencelupan akan mempengaruhi arus sehingga mengakibatkan spesimen menjadi hitam atau coklat pada spesimen.

Saran

Dari uraian yang ditulis penulis dapat dibuat beberapa saran antara lain :

1. Untuk mendapat hasil yang sempurna maka perlu

diperhatikan beberapa diantaranya :

- Kualitas dan persiapan logam dasar
- Komposisi dan kemurnian larutan elektrolit
- Temperature dan rapat arus yang digunakan

2. Senantiasa diperhatikan alat penunjang keamanan yang digunakan dalam pelapisan. Karena beberapa bahan larutannya termasuk bahan kimia berbahaya.

3. Dengan dilakukan penelitian ini maka laporan ini dapat dijadikan referensi baru untuk melakukan pengembangan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Alexander, W.O. 1990. *Dasar Metalurgi Untuk Rekayasa*. Jakarta, PT Gramedia Pustaka Utama

Amstead, B.H., Djaprie, s. (Alih Bahasa), 1991, *Teknologi mekanik*, Edisi ke-7 PT. Erlangga, Jakarta.

Bradbury, E.J., 1990, *Dasar Metalurgi Untuk Rekayasawan*, Jakarta, PT Gramedia Pustaka Utama.

Hartomo Anton, j.; Kameko T, 1992, *Mengenal pelapisan Logam (elektroplating)*, Andi Offset, Yogyakarta.

Nugroho, S., W., 2006, Tugas Akhir : *Pengaruh perbedaan waktu penahanan pencelupan pelapisan plat baja karbon rendah pada arus 3 ampere dengan nikel pada proses elektroplating*. UMS, Surakarta.

Raharjo, 2010, Tugas Akhir : *Pengaruh tegangan dan waktu proses elektroplating terhadap ketebalan dan kekasaran pada baja ST 40 yang dilapisi krom*. UMS, Surakarta.

Riyanto, Ph.D, 2013, *Elektroplating dan aplikasinya*, Graha ilmu, Yogyakarta.

Risyanto, 2006, Tugas Akhir : *Proses elektroplating tembaga nikel-krom pada aluminium 1100*. UMS, Surakarta.

Van Vlack. Djaprie, s, (Alih Bahasa) 1994, *Ilmu Logam Dan Teknologi Bahan*, Edisi Ke-5, Jakarta, PT Erlangga.