

**MENINGKATKAN KETAHANAN KOROSI LOGAM
KUNINGAN (CuZn) DENGAN PELAPISAN
PERAK(Ag) MENGGUNAKAN METODE
*ELEKTROPLATING***

SKRIPSI

untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukanoleh :

Rentang Muaisimina Risti

NIM : 08620008

Kepada

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2015



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Pengajuan Munaqosyah

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Rentang Muaissimina Risti

NIM : 08620008

Judul Skripsi : Meningkatkan Ketahanan Korosi Logam Kuningan dengan Pelapisan Perak Menggunakan Metode Elektroplating

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya saya ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 21 Januari 2015

Pembimbing

Asih Melati, M.Sc

NIP. 19841110 201101 2 017



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/484/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Meningkatkan Ketahanan Korosi Logam Kuningan dengan Pelapisan Perak Menggunakan Metode Elektroplating

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Rentang Muaissimina Risti
NIM : 08620008
Telah dimunaqasyahkan pada : 28 Januari 2015
Nilai Munaqasyah : A-
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Asih Melati, S.Si., M.Sc.
NIP.198411102011012000

Penguji I

Karmanto, S.Si., M.Sc.
NIP.19820504 200912 1 005

Penguji II

Cecilia Yanuarif, M.Si.

Yogyakarta, 09 Januari 2015

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Rt. Dekan



Khamidinal, S.Si., M.Si.

NIP.19691104 200003 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 16 Januari 2015



Rentang Muaisimina
08620008

Motto

- ❖ Aku memang bukan yang terbaik tapi aku kan berusaha melakukan dan memberikan yang terbaik dari diriku
- ❖ Tiada yang sia-sia dalam hidup ini jika tetap berada di jalan Allah
- ❖ Kesombongan adalah awal kematian kehidupan
- ❖ Ridho illahi karena ridho ibu, do'a ayah adalah berkahnya
- ❖ “Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah (pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya) jika kamu orang-orang yang beriman” (Qs Ali Imran:139)

❖ “Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) , kerjakanlah urusan yang lain, dan hanya kepada tuhan-mu lah hendaknya kamu berharap”(Qs. Al-Lam Nasyrah,94)



Persembahan

Sebuah karya sederhana ini ku persembahkan :

- ❖ *Pada Mu ya Allah, ini adalah bagian dari setitik buih dilautan ilmu Mu, ridhoilah jalan hamba.*
- ❖ *Untuk ibu setiap tetes keringat, hembusan nafas dan air matamu serta do'a mu hanya untuk anakmu, terima kasih atas segalanya.*
- ❖ *Untuk bapak yang selalu mendo'akan dan melimpahkan kasih sayang untukku, terima kasih atas segalanya.*
- ❖ *Keluargaku yang telah mengukir jiwa raga ini.*
- ❖ *Semua teman-temanku yang memberikan warna tersendiri dalam episode hidupku.*



Kata Pengantar

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat, karunia serta hidayahNya serta menetapkan hati sehingga penulis dapat berhasil menyelesaikan skripsi ini. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan guna mencapai gelar Sarjana Fisika di Fakultas Sains dan Teknologi di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, maka sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Prof. Dr. Musa Asy'ari, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Minhaji, MA, Ph.D. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Frida Agung Rakhmadi, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Nita Handayani, M.Si, selaku Penasehat Akademik Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Ibu Asih Melati, S.Si, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu, pikiran, motivasi, dan masukan membantu dalam penyusunan skripsi.
6. Semua Staf Tata Usaha dan Karyawan di Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi serta Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang membantu terselesaikan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen yang telah berkenan menyampaikan ilmunya.
8. Keluargaku yang paling kusayang penuh kasih Ayah, Ibu, Adikku. Bibi, Paman dari pihak Ibu dan Ayah, Saudara Sepupuku atas jalinan kasih sayang , masukan dan dorongan positif yang ditujukan pada ku menjadi motivasi dan pegangan hidup.
9. Sahabat Material : Udin, Aulia, Alim, Sri, Santi, Icha, Farida, Jonal, Dwi. Ayo....! Jaga kekompakkan kita dalam memajukan dalam Bidang Fisika Material.
10. Saudara Fisika Murni terima kasih telah mengenal kalian. Ayo.....! Berjuang terus menyongsong masa depan.

11. Semua pihak yang tidak bias penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam terselesainya skripsi ini.

Tiada gading yang tak retak, penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap masukan dan saran dari para pembaca sehingga skripsi ini menjadi lebih baik. Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada penulis pribadi dan pembaca pada umumnya.

penyusun



MENINGKATKAN KETAHANAN KOROSI LOGAM KUNINGAN DENGAN PELAPISAN PERAK MENGUNAKAN METODE ELEKTROPLATING

Rentang Muaismina Risti
08620008

INTISARI

Korosi merupakan masalah yang banyak dihadapi dalam penggunaan material logam di berbagai bidang industri. Salah satu upaya untuk melindungi logam dari serangan korosi yaitu dengan elektroplating. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan electroplating logam kuningan (CuZn) yang di lapisi perak (Ag) dengan memvariasikan lama waktu dan besar arus pada prosesnya. Penelitian ini memadukan logam kuningan (CuZn) dengan dilapisi perak (Ag) dengan variasi waktu pelapisan 0,1 jam sampai 2,5 jam dan memvariasikan arus 2A sampai 10 A. Didapatkan waktu pelapisan semakin lama maka nilai laju korosi juga kan semakin kecil. Laju terkecil didapatkan pada waktu 2,5jam dengan nilai laju korosi($0,12 \pm 0,0085$) mmpy, sedangkan semakin besar arus maka nilai laju korosi semakin kecil pada arus 10 ampere dengan nilai laju korosi ($0,1 \pm 0,0083$) mmpy.

KATA KUNCI: korosi, elektroplating, kuningan, perak

MENINGKATKAN KETAHANAN KOROSI LOGAM KUNINGAN DENGAN PELAPISAN PERAK MENGUNAKAN METODE ELEKTROPLATING

Rentang Muaisimina Risti
08620008

ABSTRACT

Corrosion becomes major problems in metallic material decorative. Expecially in metal decorative industry field. One solution to solve this problems is electroplating. This research purposes are knowing effect current and time varying on electroplating process. By length of time variation from 0,5 hours until 2,5 hours and time varying from 2A to 10A, we had knowing that effect. The result of this research obtained are the longest time 2,5 hours obtained. Corrosion rate $0,12 \pm 0,0085$ mmpy, while the greater of the current flow make corrosion smaller obtained in 10A, with value corrosion rate $0,1 \pm 0,0083$ mmpy. We concluded that more time and current flow of electroplating reduces corrosion.

Keywords : corrosion, elektroplating, brass, silver

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN MOTTO	iv
ABSTRACT	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Batasan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Kajian Yang Telah Dilakukan	11
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Korosi	11
a. Laju Korosi	13

b. Jenis-Jenis Korosi	15
c. Faktor Yang Mempengaruhi Korosi	16
d. Pencegahan Korosi	18
2.2.2 Metode Plektroplating	21
a. Elektroplating	21
b. Prinsip Dasar Elektroplating.....	23
c. Variasi Elektroplating	26
2.3 Bahan Kuningan	27
2.4 Bahan Perak.....	30
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Pelaksanaan Penelitian	35
3.2 Diagram Alir Penelitian	36
3.3 Alat Penelitian	37
3.4 Bahan Penelitian.....	38
3.5 Prosedur Kerja	38
3.6 Pengambilan Data	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil Penelitian.....	44
4.1.1 Hasil Tabel Penelitian Dengan Variasi Waktu Pelapisan	44
4.1.2 Grafik Hubungan Antara Laju Korosi Dengan Waktu.....	45
4.1.3 Tabel Penelitian Dengan Variasi Arus	46
4.1.4 Grafik Hubungan Antara Laju Korosi Dengan Arus.....	46
4.2 Pembahasan	46

BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	61



Daftar Tabel

2.1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian Yang Akan Diteliti .	11
2.2 Satuan Laju Korosi.....	14
3.1 Diagram Skema Tahapan Penelitian	36
3.1 Daftar Alat Penelitian	37
3.2 Daftar Bahan Penelitian	38
3.4.1 Prosedur Kerja	38
3.3 Tahapan Proses Pengkorosian Setelah Pelapisan	40
3.5 Skema Pengambilan Data	42
4.1 Hasil Tabel Penelitian Dengan Variasi Waktu	44
4.1 Hasil Tabel Penelitian Dengan Variasi Arus.....	46

Daftar Gambar

Gambar 2.3	Proses Elektroplating.....	24
Gambar 2.5	Logam Kuningan.....	30
Gambar 2.6	Logam Perak.....	34
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Antara Waktu Dengan Laju Korosi.....	45
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Antara Arus Dengan Laju Korosi.....	46



Daftar Lampiran

Perhitungan Dengan Variasi Waktu	61
Hasil Perhitungan Dengan Variasi Arus.....	61
Menghitung Kehilangan Massa Dengan Variasi Waktu.....	62
Menghitung Kehilangan Massa Dengan Variasi Arus.....	63
Menghitung Laju Korosi Dengan Variasi Waktu	64
Menghitung Laju Korosi Dengan Variasi Arus	65
Menghitung Nilai Ralat Dengan Variasi Waktu	66
Menghitung Nilai Ralat Dengan Variasi Arus	67



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga, baja dan seng (Sulaiman: 1997). Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan. Kuningan biasanya di klasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga cahaya kuning. Kuningan lebih kuat dan lebih keras dari pada tembaga, tetapi tidak sekuat atau sekeras seperti baja. Kuningan sangat mudah untuk di bentuk dalam berbagai bentuk. Kuningan bertindak sebagai konduktor panas yang baik dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Tembaga atau *Cumprum* (Cu) merupakan logam yang banyak sekali digunakan karena mempunyai sifat hantaran arus dan panas yang baik (Sulaiman : 1997). Tembaga digunakan untuk pelapisan dasar karena dapat menutup permukaan bahan yang dilapisi dengan baik.

Seng merupakan unsur pertama golongan 12 pada tabel periodik. Seng (bahasa belanda *zink*) (Sulaiman : 1997). *Zink* atau timah sari adalah unsur kimia dengan lambang kimia Zn, bernomor atom 30 dan masa atom relatif 65,39. Seng merupakan unsur paling melimpah ke-24 dikerak bumi dan memiliki lima isotop stabil. Bijih seng yang paling banyak ditambang adalah

sفالerit (seng sulfida). Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut.

Korosi merupakan peristiwa kerusakan dari logam tembaga yang diakibatkan dari pengaruh lingkungan (suhu, kelembaban, dan lainnya) (Trethewey: 1991). Korosi dapat merusak fungsi maupun permukaan dari logam tembaga. Peristiwa korosi terjadi secara ilmiah yang berlangsung secara sendirinya dan tidak dapat dicegah secara tuntas akan tetapi perlu adanya suatu proses pencegahan dan menindaklanjuti peristiwa tersebut. Penyelesaian dengan cara pelapisan logam pada logam tembaga, sehingga dapat meminimisir peristiwa korosi pada logam tembaga.

Dalam dunia logam ada beberapa tehnik pelapisan terhadap logam, diantaranya yaitu dilapisi seng, perak, tembaga, kuningan. Untuk pelapisan suatu logam diperlukan suatu cara atau metode pelapisan ada banyak metode yang digunakan untuk proses pelapisan logam tersebut diantaranya adalah *elektroplating*, *coating* konversi, *plating-elektroless* (tanpa listrik).

Dari sekian metode pelapisan logam, maka satu metode yang dapat dikembangkan agar proses pelapisan berlangsung dengan baik, yaitu metode *elektroplating*. *Elektroplating* merupakan suatu pelapisan logam secara elektrolisis melalui penggunaan arus searah dan larutan kimia (elektrolit) yang berfungsi sebagai penyedia ion-ion logam membentuk endapan (lapisan)

logam elektroda katoda. *Elektroplating* juga bertujuan untuk menambah keindahan tampak luar suatu benda atau produk. Pelapisan dengan cara *elektroplating* sedang digemari karena warnanya yang cemerlang, distribusi bahan pelapisan merata seluruh bagian, tidak mudah terkorosi dan tahan lama. Selain itu, pelapisan ini digunakan untuk mendapatkan sifat khusus permukaan seperti tahan terhadap korosi, sifat keras, sifat tahan arus dan sifat tahan terhadap suhu yang tinggi. Penggunaan metode *elektroplating* dikarenakan metode ini tidak dibandingkan dengan metode lainnya.

Ketebalan dari suatu pelapisan akan mengurangi kerusakan pada logam kuningan (korosi pada logam kuningan) (Setyowati: 2012). Oleh sebab itu diperlukan penelitian agar masyarakat menyadari akan metode *elektroplating* yang sangat bermanfaat bagi ketahanan suatu logam terutama dari korosi sebagai akibat dari oksidasi oleh oksigen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas, maka permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana proses *elektroplating* logam kuningan dengan pelapis perak sebagai fungsi waktu dan arus listrik?
2. Berapa nilai laju korosi logam kuningan setelah dilapisi perak sebagai fungsi waktu dan arus listrik

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang ada maka penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang diantaranya sebagai berikut :

1. Mengetahui proses *elektroplating* logam kuningan dengan pelapisan perak sebagai fungsi waktu dan arus listrik.
2. Menentukan nilai laju korosi kuningan perak sebagai fungsi waktu dan arus listrik.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, maka batasan penelitian ditentukan sebagai berikut :

1. Perak yang digunakan adalah perak 925.
2. Proses *elektroplating* dengan memvariasikan waktu pelapisan yaitu 0,5, 1, 1,5, 2 dan 2,5 jam.
3. Larutan *elektroplating* menggunakan asam nitrat.
4. Proses *elektroplating* dengan parameter arus listrik.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

1. Menambah wawasan keilmuan dibidang *elektroplating* pada jurusan fisika khususnya bidang Fisika Material UIN Sunan Kalijaga.

2. Adanya pelapisan logam oleh unsur tertentu mampu menghambat proses oksidasi dalam jangka waktu yang lama.
3. Meningkatkan nilai ekonomis produk yang dihasilkan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian, perhitungan dan pembahasan data hasil penelitian telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai laju korosi pada logam kuningan – perak (Ag) setelah proses pelapisan

berlangsung sebagai fungsi waktu, dapat dituliskan sebagai berikut :

Pada lama waktu pelapisan 0,5 jam nilai laju korosinya 0,53 mmpy.

Pada lama waktu pelapisan 1,0 jam nilai laju korosinya 0,45 mmpy.

Pada lama waktu pelapisan 1,5 jam nilai laju korosinya 0,36 mmpy.

Pada lama waktu pelapisan 2,0 jam nilai laju korosinya 0,22 mmpy.

Pada lama waktu pelapisan 2,5 jam nilai laju korosinya 0,12 mmpy.

Semakin lama waktu pelapisan maka semakin lama logam tersebut terkorosi. Hal ini ditunjukkan dengan semakin lama proses pelapisan maka lapisan yang terbentuk pada logam semakin tebal yang ternyata dapat menghambat terjadinya korosi. Laju korosi logam menurun seiring bertambahnya ketebalan yang terbentuk dengan waktu pelapisan maksimal 2,5 jam.

2. Nilai laju korosi pada logam kuningan – perak (Ag) setelah proses pelapisan

berlangsung sebagai fungsi arus listrik, dapat dituliskan sebagai berikut :

Pada besar arus listrik 2 ampere nilai laju korosinya 0,49 mmpy.

Pada besar arus listrik 4 ampere nilai laju korosinya 0,36 mmpy.

Pada besar arus listrik 6 ampere nilai laju korosinya 0,33 mmpy.

Pada besar arus listrik 8 ampere nilai laju korosinya 0,17 mmpy.

Pada besar arus listrik 10 ampere nilai laju korosinya 0,1 mmpy.

Semakin tinggi arus maka nilai laju korosi makin kecil. Laju korosi terendah terjadi pada spesimen yang di elektroplating dengan kuat arus 10 ampere dengan tegangan 12 volt yaitu 0,1 mmpy.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini yang dibahas hanya pengaruh variasi waktu pelapisan dengan arus listrik pencelupan kuningan (CuZn) terhadap ketebalan dan adhesivitas pelapisan pada proses pelapisan kuningan (CuZn) yang dilapisi dengan perak (Ag). Selanjutnya pada penelitian berikutnya disarankan:

1. Melakukan penelitian dengan memvariasi parameter-parameter lain yang dapat mempengaruhi proses pelapisan dengan metode *elektroplating*.
2. Spesimen yang digunakan jangan terlalu tebal karena akan kesulitan saat melakukan *bend test* untuk mengetahui adhesivitas pelapisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Santoso & Martijanti Syamsa. 2007. *Pengaruh parameter proses pelapisan nikel terhadap ketebalan lapisan*. Jurnal Teknik Mesin, Universitas Jendral Achmad Yani. Bandung, **Vol. 9, No. 1, April 2007:25-30**.
- Candra Purnawan, dkk. 2007. *Pemanfaatan logam berat limbah cair industri tekstil untuk pelapisan logam besi dengan metode elektroplating*. Prosiding Semnas Kimia 2007. FMIPA UNY. Yogyakarta.
- Edi, Hadir kaban, Sri Niar, & Jorena. 2008. *Menguji kekuatan bahan elektroplating pelapisan nikel pada substrat besi dengan uji impak (Impact Test)*. Jurnal Penelitian Sains Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia, **Vol. 13 No. 3 September 2010: 27-29**
- Hartomo, J., Anton dan Tomijiro Kaneko. 1992. *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating)*. Andi offset, Yogyakarta.
- Kukuh subekti, 2014. *Metode elektroplating pada pelapisan tembaga-nikel untuk menurunkan sifat korosi logam*. Yogyakarta
- Mundilarto Istiyono, Edi, dkk. 2008. *Pengelolaan limbah industri penyepuhan logam perak (elektroplating)dilingkungan pengrajin perak, di kecamatan Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Putra Widia Semara, I Putu. 2005. *Pengaruh kuat arus listrik dan waktu pelapisan terhadap ketebalan pelapisan nikel pada tembaga*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Mesin Universittas Udayana. Denpasar

- Reny Afriany, dkk. 2012. *Pengaruh konsentrasi larutan dan waktu pelapisan nikel pada alumunium terhadap kekerasan*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III , 3 November 2012. Fakultas Teknik, UGM. Yogyakarta.
- Suarsana, K., 2008. *Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, Vol 2, Nomor 1, hal 48-60.
- Sulaiman Salangka. 1997. Sains Kimia berdasarkan kurikulum 1994. Poliyama Widya Pustaka. Jakarta.
- Setyowati, Y. Iriani & A. H. Ramelan. 2012. *Pengaruh rapat arus terhadap ketebalan dan struktur kristal lapisan nikel pada tembaga*. Indonesian Journal of Applied Physics, **Vol. 2 No. 1 April 2012: 1-5**
- Siti Marwati, dkk. 2009. *Pemanfaatan ion logam berat tembaga(II), kromium(III), timbal(II), dan seng(II) dalam limbah cair industri elektroplating untuk pelapisan logam besi*. Jurnal Penelitian Saintek UNY, **Vol. 14 No. 1, April 2009:17-40**.
- Sudirman & Suparni Setyowati Rahayu. 2012. *Pembersihan benda kerja elektroplating untuk mendapatkan produk yang berkualitas*. Jurnal Teknik Mesin Politeknis Negeri Semarang, **Vol. 7 No.2 agustus 2012: 92-95**
- Tretheway, K. R and Chamberlain, J. 1991. *Korosi*. Penerbit : PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Tretheway, K.R., diterjemahkan oleh : Alex Tri Kuntjoro Widodo, 1991. *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasawan*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Lampiran

A. Data Hasil Pengukuran

No.	Waktu ($\pm 0,11$ jam)	Berat Setelah Plating (W_1) (gr)	Berat Setelah Korosi (W_A) (gr)
1	0,5	3,7685	3,7594
2	1,0	3,8168	3,8091
3	1,5	3,8174	3,8112
4	2,0	3,8289	3,8251
5	2,5	3,8338	3,8317

Keterangan :

Ukuran Sampel (CuZn) = 3 x 2 cm

Tegangan Listrik = 12 volt

pH Larutan = 5

Suhu Plating = 40 °C

No.	Arus (A)	Berat Setelah Plating (W_1) (gr)	Berat Setelah Korosi (W_A) (gr)
1	2	3,7856	3,7772
2	4	3,8211	3,8148
3	6	3,8298	3,8241
4	8	3,8357	3,8328
5	10	3,8401	3,8384

Keterangan :

Ukuran Sampel (CuZn) = 3x 2 cm

pH Larutan = 5

Suhu Plating = 40 °C

B. Menghitung Kehilangan Massa

$$M = M_1 - M_A$$

Keterangan :

M = Selisih massa (g)

M₁ = Massa sebelum uji korosi/setelah plating (g)

M_A = Massa setelah uji korosi (g)

a. Kehilangan Massa Untuk Variasi Waktu

1. Untuk T = 0,5 jam

$$M = 3,7685\text{g} - 3,7594\text{g}$$

$$M = 9,1 \cdot 10^{-3} = 0,0091 \text{ g} \pm 0,001 \text{ g}$$

2. Untuk T = 1 jam

$$M = 3,8168\text{gr} - 3,8091 \text{ g}$$

$$M = 7,7 \cdot 10^{-3} = 0,0077 \text{ g} \pm 0,001 \text{ g}$$

3. Untuk T = 1,5 jam

$$M = 3,8174 \text{ g} - 3,8112 \text{ g}$$

$$M = 6,2 \cdot 10^{-3} = 0,0062 \text{ g} \pm 0,001 \text{ g}$$

4. Untuk T = 2 jam

$$M = 3,8289 \text{ g} - 3,8251 \text{ g}$$

$$M = 0,0038 \text{ g} \pm 0,001 \text{ g}$$

5. Untuk T = 2,5 jam

$$M = 3,8338 \text{ g} - 3,8317 \text{ g}$$

$$M = 2,1 \cdot 10^{-3} = 0,0021 \text{ g} \pm 0,001 \text{ g}$$

b. Kehilangan Massa Untuk Variasi Arus

1. Untuk arus 2 A

$$M = 3,7856 \text{ g} - 3,7772 \text{ g}$$

$$M = 0,0084 \text{ g}$$

2. Untuk arus 4 A

$$M = 3,8211 \text{ g} - 3,8148 \text{ g}$$

$$M = 6,3 \cdot 10^{-3} = 0,0063 \text{ g}$$

3. Untuk arus 6 A

$$M = 3,8298 \text{ g} - 3,8241 \text{ g}$$

$$M = 5,7 \cdot 10^{-3} = 0,0057 \text{ g}$$

4. Untuk arus 8 A

$$M = 3,8357\text{g} - 3,8328\text{ g}$$

$$M = 2,9 \cdot 10^{-3} = 0,0029\text{g}$$

5. Untuk arus 10 A

$$M = 3,8401\text{g} - 3,8384\text{ g}$$

$$M = 1,7 \cdot 10^{-3} = 0,0017\text{g}$$

C. Menghitung Laju Korosi

$$C = \frac{K.M}{A.T.D} \text{ mmpy}$$

Keterangan :

C = Laju Korosi (mmpy)

K = Konstanta Laju Korosi ($8,76 \times 10^4$)

M = Kehilangan Massa(gr)

A = Luas Permukaan (cm^2)

D = Densitas ($10,5 \text{ gr/cm}^3$) Sumber : *ASTM G1-90 vol 3.2 2002*

1. Untuk t = 0,5 jam

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0091}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 797,16/1512$$

$$C = 0,53 \pm 0,0085\text{mmpy}$$

2. Untuk t = 1 jam

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0077}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 674,52/1512$$

$$C = 0,45 \pm 0,0085 \text{ mmpy}$$

3. Untuk t = 1,5 jam

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0062}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 543,12/1512$$

$$C = 0,36 \pm 0,00875 \text{ mmpy}$$

4. Untuk t = 2 jam

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0038}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 332,88/1512$$

$$C = 0,22 \pm 0,00875 \text{ mmpy}$$

5. Untuk t = 2,5 jam

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0021}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 183,96/1512$$

$$C = 0,12 \pm 0,0085 \text{ mmpy}$$

$$C = \frac{K \cdot M}{A \cdot T \cdot D} \text{ mmpy}$$

1. Untuk arus 2 A

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0084}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 735,84/1512$$

$$C = 0,49 \pm 0,0085 \text{ mmpy}$$

2. Untuk arus 4 A

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0063}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 551,88/1512$$

$$C = 0,36 \pm 0,0085 \text{ mmpy}$$

3. Untuk arus 6 A

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0057}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 499,32/1512$$

$$C = 0,33 \pm 0,0085 \text{ mmpy}$$

4. Untuk arus 8 A

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0029}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 254,04/1512$$

$$C = 0,17 \pm 0,0085 \text{ mmpy}$$

5. Untuk arus 10 A

$$C = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0017}{6 \cdot 24 \cdot 10,5} \text{ mmpy}$$

$$C = 148,92/1512$$

$$C = 0,1 \pm 0,0086 \text{ mmpy}$$

D. Menghitung Ralat ΔC

$$C = \frac{K \cdot M}{A \cdot T \cdot D}$$

$$C = \alpha \frac{M}{A} \text{ dimana } \alpha = \frac{K}{T \cdot D}$$

Jadi ΔC dapat dihitung sebagai berikut :

$$\Delta M = 0,0001 \text{ gr}$$

$$\Delta A = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{8,76 \times 10^4}{24 \times 10,5} \\ &= 347,6190 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta C &= \sqrt{\left(\frac{\partial C}{\partial M} \times \Delta M\right)^2 + \left(\frac{\partial C}{\partial A} \times \Delta A\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{\alpha}{A} \times \Delta M\right)^2 + \left(\frac{\alpha M}{A^2} \times \Delta A\right)^2} \end{aligned}$$

$$\Delta C 1 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0091}{6^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0085 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C 2 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0077}{6^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0085 \text{ mm}$$

$$\Delta C 3 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0062}{6^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0085 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C 4 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0038}{6} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0085 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_5 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0021}{6^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0085 \text{ mmpy}$$

$$\overline{\Sigma \Delta C} = \frac{\Delta C_1 + \Delta C_2 + \Delta C_3 + \Delta C_4 + \Delta C_5}{5}$$

$$= \frac{0,0435}{5} = 8,5 \times 10^{-3} \text{ mmpy}$$

Untuk Variasi arus

$$\Delta C_1 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0084}{6^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0085 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_2 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0063}{6^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0085 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_3 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0057}{6^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0085 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_4 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0029}{6^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0083 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_5 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{6} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0017}{6^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0083 \text{ mmpy}$$

$$\overline{\Sigma \Delta C} = \frac{\Delta C_1 + \Delta C_2 + \Delta C_3 + \Delta C_4 + \Delta C_5}{5}$$

$$= \frac{0,0413}{5} = 8,46 \times 10^{-3} \text{ mmpy}$$