

**METODE ELEKTROPLATING PADA SUBTRAT
TEMBAGA (Cu) DENGAN PELAPIS PERAK (Ag)
UNTUK MENINGKATKAN KEINDAHAN
DEKORATIF DAN KETAHANAN KOROSI LOGAM**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**

Progam Studi Fisika



Disusun Oleh:

Kukuh Subekti

10620011

Kepada

**PRODI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2015



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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 : Kuku Subekti

NIM : 10620011

Judul Skripsi : Metode Elektroplating Pada Subtrat Tembaga(Cu) Dengan Pelapis Perak(Ag) Untuk Meningkatkan Keindahan Dekoratif dan Ketahanan Korosi Logam

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 Jurusan Fisika

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 19 September 2014

Pembimbing I

Retno Rahmawati, M.Si.

NIP. 19821116 200901 2 003



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/281/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Metode Elektroplating Pada Subtrat Tembaga (Cu) Dengan Pelapis Perak (Ag) Untuk Meningkatkan Keindahan Dekoratif dan Ketahanan Korosi Logam

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Kukuh Subekti
NIM : 10620011
Telah dimunaqasyahkan pada : 05 Januari 2015
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Retno Rahmawati, M.Si
NIP.19821116 200901 2 006

Penguji I

Asih Melati, S.Si., M.Sc.
NIP. 1984111 0201101 2 017

Penguji II

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



Yogyakarta, 26 Januari 2015
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan
Kharidinal, S.Si., M.Si.
NIP. 19691104 200003 1 002

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis pribadi. 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 yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 19 September 2014

Yang menyatakan



Kukuh Subekti
NIM. 10620011

MOTTO

“Learn from the mistakes in the past, use a different way, and always hope for a successful future but when you make no mistake that means you never try anything. So we can succeed if we learn from mistakes”



HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

KARYA TULIS INI SAYA PERSEMBAHKAN KEPADA :

Kedua Orang Tua yang Saya Cintai

Bapak M. B Romo Sastro Suradi a.l Suradiman dan Ibu Siti Aminah

Keluarga Besar Karto Utomo

Keluarga Besar Wardi Wiyono

Keluarga Besar Kraton Ngayogyakarta

Keluarga Besar Bahana Percussion Indonesia

Keluarga Besar Pemuda dan Pemudi RW 02 Gedongan Kotagede

Keluarga Pengajian Anak Gedongan

SEMOGA KARYA INI DAPAT BERMANFAAT BAGI SIAPAPUN,

KAPANPUN DAN DIMANAPUN

KATA PENGANTAR



Dengan memohon ridha dari Allah SWT penulis mempersembahkan sepuluh jari semoga taufik dan hidayah Nya selalu dilimpahkan kepada segenap insan yang selalu bertaqwa kepada Nya dan semoga seluruh nikmat senantiasa mendatangkan keberkahan, amin. Berselawat kita kepada nabi Muhammad SAW dengan harapan semoga safaatnya dapat kita terima. Penulisan skripsi yang berjudul “*Metode Elektroplating Pada Subtrat Tembaga (Cu) Dengan Pelapis Perak (Ag) Untuk Meningkatkan Keindahan Dekoratif Dan Ketahanan Korosi Logam*”. Alhamdulillah dengan perjalanan waktu yang tidak singkat dan pengalaman yang berliku-liku bisa penulis selesaikan.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Ilmu Fisika di Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam Skripsi ini terdapat banyak sekali kekurangan baik dari segi penggunaan kata dan bahasa yang belum memenuhi kaidah yang tepat, maupun dari penelitian ini sendiri. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan bantuan, kritik, dan saran yang membangun dari berbagai pihak yang membaca skripsi ini.

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis cukup banyak mendapatkan bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moril maupun material. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Minhaji, MA, Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Khamidinal, S.Si., M.Si. selaku Plt. 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. Ibu Retno Rahmawati, M.Si selaku dosen penasehat akademik dan pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, motivasi serta masukan dalam perjalanan di Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Ibu Asih Melati, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan bimbingan ilmu, kritik, dan saran sehingga dapat menyelesaikan penulisan ini dengan baik.
6. Bapak Karmanto, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan ilmu, kritik dan saran sehingga penulisan ini dapat terselesaikan.
7. Semua staf Tata Usaha dan karyawan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi serta Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu menyelesaikan perjalanan penulisan ini.
8. Keluargaku yang kusayang penuh cinta kasih Bapak, Ibu, Saudara dan Kekasih yang selalu memberikan motivasi hidup yang begitu terasa manfaatnya.
9. Keluarga fisika angkatan 2010 yang selalu memberikan warna kehidupan dari pengalaman, motivasi, bantuan, dorongan dan kenangan baik saat suka duka selalu dilewati bersama kapanpun dan dimanapun.

10. Sahabat material walaupun sedikit tetapi semangat dan kerja keras untuk memajukan bidang Fisika Material tetap ada dijiwa kita.
11. Teman-teman Fisika Murni terima kasih telah mengenal kalian, jangan pernah takut untuk mencoba dan mencoba itulah jalan masa depan yang harus dimiliki seorang Fisikawan dan Fisikawati UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
12. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas semua kebaikan yang telah kalian berikan kepada penulis.

Demikian Skripsi ini penulis susun, semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Sekali lagi penulis ucapkan syukur kepada Ilahi Rabbi semoga ilmu yang didapatkan mendatangkan makna dan manfaat dalam kehidupan siapapun kapanpun dan dimanapun, terima kasih.

Yogyakarta, September 2014

Penulis

METODE ELEKTROPLATING PADA SUBTRAT TEMBAGA (Cu) DENGAN PELAPIS PERAK (Ag) UNTUK MENINGKATKAN KEINDAHAN DEKORATIF DAN KETAHANAN KOROSI LOGAM

Kukuh Subekti
10620011

INTISARI

Kerajinan logam berkembang pesat pada dewasa ini diantaranya kerajinan tembaga. Tembaga memiliki kekurangan yaitu sifatnya yang mudah terkorosi. Hal ini dapat mengakibatkan harga jual menurun. Pelapisan perak (Ag) dengan menggunakan metode elektroplating (lapis listrik) salah satu cara untuk melindungi subtrat tembaga (Cu) dari korosi logam dan juga dapat meningkatkan keindahan dekoratif. Penelitian ini memiliki beberapa tujuan diantaranya untuk memperoleh hasil pelapisan yang baik. Mengetahui nilai laju korosi logam sebagai fungsi waktu dan fungsi tegangan. Parameter elektroplating yang digunakan diantaranya adalah waktu pelapisan sebesar 600, 900, 1200, 1500 dan 1800 detik. Parameter lainnya adalah tegangan listrik sebesar 12, 15, 18, 21, dan 24 V. Pengujian ketahanan korosi dilakukan dengan merendam subtrat yang telah dilapisi pada larutan HCl 10% selama 24 jam. Tahapan yang dilakukan proses elektroplating untuk memperoleh hasil yang baik yaitu pemotongan plat tembaga- *butting- degreasing- rinsing- pickling- rinsing- perak plating- rinsing- drying*. Dari hasil penelitian, ternyata semakin lama proses pelapisan maka nilai laju korosi semakin menurun dan dekoratif dengan tegangan yang kecil. Hasil foto mikro dengan menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 100x menunjukkan bahwa lapisan perak (Ag) yang terbentuk dapat melindungi subtrat tembaga (Cu) dari korosi logam.

Kata kunci: Elektroplating, Tembaga (Cu), Perak (Ag), Korosi Logam

ELEKTROPLATING METHOD ON COPPER SUBSTRATE (Cu) COATING WITH SILVER (Ag) TO ENHANCE THE BEAUTY AND DECORATIVE METAL CORROSION RESISTANCE

Kukuh Subekti
10620011

ABSTRACT

Metal craft currently is growing rapidly particularly copper craft. Nevertheless, craft is easily corroded. The corroded crafts leads to the decrease of the selling price. Coating of silver (Ag) using electroplating method (electric layers) is one way to protect the substrate copper (Cu) from metal corrosion. The coated copper is decoratively more beautiful. This study has several purposes including to obtain good results yamg coating. Knowing the value of the metal corrosion rate as a function of time and voltage function. Electroplating parameters used include the plating time of 600, 900, 1200, 1500 and 1800 seconds. Other parameter is the power supply voltage of 12, 15, 18, 21, and 24 V. Corrosion resistance testing is done by soaking the substrate copper (Cu) in 10% HCl solution for 24 hours. Elektroplating process steps being taken to obtain good results, ie cutting the copper plate butting- degreasing- rinsing- pickling- rinsing- silver plating- rinsing- drying. From the research, it turns out the longer the coating process, the value of the corrosion rate decreases and decorative with a small voltage. The results of micro photo with the light microscope using a magnification of 100x shows that the layer of silver (Ag) can protect a substrate formed of copper (Cu) of metal corrosion.

Keywords: Electroplating, Copper (Cu), silver (Ag), Corrosion of Metals

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Penelitian	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8

2.1 Studi Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Korosi.....	10
2.2.2 Korosivitas Air	14
2.2.3 Laju Korosi.....	15
2.2.4 <i>Planned – interval test</i>	17
2.2.5 Metode Elektroplating	17
2.2.5.1 Elektroplating	17
2.2.5.2 Prinsip Dasar Elektroplating.....	23
2.2.5.3 Skema Proses Elektroplating.....	24
2.2.6 Bahan Tembaga (Cu) – Perak (Ag)	25
2.2.6.1 Perak (Ag)	25
2.2.6.2 Tembaga (Cu)	27
2.2.7 Mikroskop Cahaya.....	30
 BAB III METODE PENELITIAN.....	 32
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.2 Persiapan Alat dan Bahan	32
3.2.1 Alat-alat Penelitian	32
3.2.2 Bahan-bahan Penelitian.....	33
3.3 Rangkaian Metode Penelitian	34
3.4 Prosedur Penelitian.....	35
3.4.1 Langkah Percobaan.....	35
3.5 Pengambilan Data.....	38
3.5.1 ProsedurPengambilan Data	38
3.6 Metode Analisis Data	39
3.6.1 Uji Korosi.....	39
3.6.1.1 Mencari Kehilangan Massa	39
3.6.1.2 Mencari Nilai Laju Korosi	40
3.6.2 Karakteristik Morfologi Permukaan Perak (Ag) Pada tembaga....	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Penelitian	41
4.2 Pembahasan.....	44
BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian	10
Tabel 2.2 Satuan Laju Korosi.....	16
Tabel 3.1 Daftar Alat Penelitian	33
Tabel 3.2 Daftar Bahan Penelitian.....	33
Tabel 4.1 Tabel Analisa Data Percobaan Variasi Waktu	41
Tabel 4.2 Tabel Analisa Data Percobaan Variasi Tegangan.....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Meode Planned-Interval Test</i>	17
Gambar 2.2 Proses Elektroplating	21
Gambar 2.3 Skema Proses Elektroplating.....	24
Gambar 2.4 Batangan Logam Perak dan Bros Bunga Dari Logam Perak	26
Gambar 2.5 Bongkahan Batuan Tembaga dan Lilitan Kawat Tembaga	27
Gambar 2.6 Mikroskop Stereo Nikon SMZ 1500	31
Gambar 3.1 Diagram Skema Tahapan Penelitian.....	34
Gambar 3.2 Diagram Tahapan Proses Pelapisan Perak Pada Plat Tembaga	35
Gambar 3.3 Diagram Tahapan Proses Pengkorosian Setelah Pelapisan.....	37
Gambar 3.4 Diagram Tahapan Proses Pengkorosian Setelah Pelapisan.....	39
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Waktu Pelapisan Dengan Laju Korosi.....	42
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Tegangan Dengan Laju Korosi.....	43
Gambar 4.3 Hasil Foto Mikro Setelah Uji Korosi.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Allah SWT memberikan dan menurunkan suatu logam yang memiliki kekuatan hebat sehingga dapat bermanfaat bagi manusia baik dibidang militer, perindustrian, pertanian dan masih banyak lagi. Logam itu adalah besi baja yang dimana manfaatnya dapat digambarkan oleh Allah SWT pada surat Al-Kahfi ayat 96 yang berbunyi :

ءَاتُونِي زُبَرَ الْحَدِيدِ ۖ حَتَّىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ أَنفُخُوا ۖ حَتَّىٰ إِذَا جَعَلَهُ نَارًا قَالَ
ءَاتُونِي أُفْرِغْ عَلَيْهِ قِطْرًا ﴿٩٦﴾

Artinya : “ Berilah aku potongan-potongan besi, hingga ketika (potongan) besi itu telah (terpasang) sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, dia (Zulkarnain) berkata, “Tiuplah (api itu)!” Ketika (besi) itu sudah menjadi (merah seperti) api, dia pun berkata, “Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atasnya (besi panas itu).” (Yayasan Penyelenggara Penerjemah Al-Qur’an, 2009)

Dari ayat ini timbul banyak penafsiran tentang makna *qithr*. Tetapi dari kebanyakan penafsiran, memaknai *qithr* dengan kata tembaga (yang meleleh). Ayat ini turun bertujuan untuk menceritakan tentang ketakutan penduduk suatu wilayah dari ancaman Ya’juj dan Ma’juj. Sehingga mereka meminta kepada

Zulkarnain untuk membuat benteng pertahanan. Dalam satu riwayat dijelaskan kalau Zulkarnain dibantu oleh banyak ahli logam (Ichwan, Mohammad, 2004).

Namun dalam perkembangannya, terdapat kesangsian tentang pemaknaan kata *qithr*. Dalam penafsiran kontemporer kata *qithr* dapat diartikan sebagai; (*molten*) *copper* (tembaga yang meleleh), (*molten*) *lead* (timah yang meleleh), (*molten*) *brass* (kuningan yang meleleh). Untuk membuktikan pemahaman itu dapat dilihat dari perspektif sains modern. Dimana baja itu terbuat dari campuran besi dan karbon (Ichwan, Mohammad, 2004). Hal ini sesuai dengan ilmu metalurgi, yang menjelaskan jika baja dibuat dari dua unsur yaitu besi dan karbon. Baja merupakan salah satu logam yang ditegaskan oleh Allah SWT yang memiliki kekuatan yang kuat, keras, dan hebat sehingga banyak manfaatnya bagi manusia, akan tetapi dibalik kelebihan dari baja itu sendiri ada kelemahannya. Salah satu kelemahan dari baja itu adalah tidak tahan terhadap korosi.

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sentra industri kerajinan logam. Beberapa logam yang menjadi pamor kerajinan di Indonesia yaitu emas (Au), perak (Ag), tembaga (Cu), kuningan (CuZn), dan lain sebagainya. Kerajinan tembaga salah satu kerajinan yang cukup maju di pulau jawa terutama di daerah Jawa Tengah dan Yogyakarta. Perkembangan sentra industri kerajinan tembaga begitu pesat berkembang, akan tetapi Kerajinan tembaga memiliki kekurangan yang begitu berpengaruh pada harga jual. Masalah dari logam tembaga adalah mudahnya terkontaminasi dengan lingkungan sekitar. Terkontaminasinya kerajinan logam tembaga membuat kusam maupun pudar warnanya. Kekurangan lain dari logam tembaga yaitu mudahnya terkorosi.

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

Logam yang terkena korosi maka dapat dihitung laju korosinya atau kecepatan proses korosi pada suatu logam tersebut dengan satuan mmpy. Banyak peneliti-peneliti melakukan pelapisan untuk menjaga ketahanan logam tersebut namun belum banyak yang meneliti laju korosi dari bahan pelapisannya. Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai laju korosi logam pelapis sehingga peneliti dapat memperkirakan seberapa tahan pelapis tersebut untuk menanggapi ancaman korosi.

Pelapisan logam terdiri dari berbagai macam berdasarkan bahan yang melapisi/pelapisnya diantaranya pelapisan tumbal berbahan kadmium, pelapisan dekoratif berbahan tembaga-nikel-krom, pelapisan rekayasa berbahan perak-emas, pelapisan *alloy* tembaga-timah-seng, dan *anodisasi* almunium. Dari beberapa pelapisan diatas yang akan dipakai yaitu pelapisan perak. Perak merupakan logam memiliki ketahanan yang baik setelah beberapa logam, seperti emas, platina dan raksa. Hal itu mendorong peneliti untuk menganalisa seberapa tahan logam perak melindungi tembaga dari korosi. Salah satunya analisa laju korosi dari logam

perak. Pelapisan juga mengakibatkan suatu lapisan menjadi tebal sehingga akan menciptakan pelindung yang baik, oleh sebab itu peneliti juga akan menganalisis pengaruh waktu dan tegangan listrik terhadap laju korosi pada logam pelapis yaitu perak.

Laju korosi adalah tebal material yang hilang tiap satuan waktu yang disebabkan oleh adanya proses korosi. Satuan laju korosi bermacam-macam namun yang akan digunakan yaitu mm/th (Standar Internasional) atau mmpy.(Supriyanto, 2007). Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan laju korosi pada logam, metode tersebut yaitu kehilangan berat, mengukur dimensi dan densitas arus korosi.

Perak memang sangat umum pada proses pelapisan tembaga-perak. Perak memiliki kekerasan dan kekuatan sedang, keuletannya baik dan mudah untuk dibentuk. Perak murni memiliki konduktivitas kalor dan listrik yang sangat tinggi diantara semua logam dan memiliki resistansi yang sangat kecil.

Untuk pelapisan suatu logam juga diperlukan suatu cara pelapisannya atau dapat dikatakan sebagai metode pelapisan. Ada banyak metode yang digunakan untuk proses pelapisan logam diantaranya elektroplating, anodiasi, *plating-elektroless* (tanpa listrik), coating konversi, *sol-gel dip coating* dan lain-lain. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk pelapisan perak terhadap logam tembaga adalah metode elektroplating.

Elektroplating merupakan proses pelapisan suatu benda dengan logam lain yang memanfaatkan aliran listrik dalam suatu cairan elektrolit. Menurut Candra Purnawan, dkk, (2007), elektroplating merupakan salah satu metode pelapisan

logam yang didasarkan pada reaksi reduksi dan oksidasi. Pemberian arus searah kedalam larutan menyebabkan terjadi proses reduksi pada katoda dan anoda. Alasan penggunaan metode elektroplating dikarenakan metode tidak memerlukan suhu tinggi, hasil pelapisannya sangat efektif dan tahan lama dibandingkan dengan metode lainnya.

Proses elektroplating memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi didalamnya agar hasil yang diinginkan baik dan maksimal yaitu beda potensial, rapat arus, ketebalan pelapisan, suhu, konsentrasi larutan dan waktu pelapisan. Ketebalan dari suatu proses pelapisan akan mengurangi kerusakan permukaan pada logam tembaga yang terlapis oleh perak (korosi pada logam tembaga). Ketebalan dipengaruhi oleh lamanya proses pelapisan dan juga seberapa besar tegangan yang diberikan. Oleh sebab itu diperlukan penelitian agar masyarakat menyadari akan metode elektroplating yang sangat bermanfaat bagi ketahanan suatu logam baik itu dari korosi. Pada penelitian kali ini juga akan melihat hasil foto mikro logam mengalami pengkorosian dan menganalisis seberapa besar pengaruh pelapisan terhadap proses korosi.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana proses elektroplating logam antara tembaga (Cu) dengan perak (Ag) secara baik dan benar?
2. Bagaimana nilai laju korosi paduan antara tembaga (Cu) dengan perak (Ag) sebagai fungsi waktu?

3. Bagaimana nilai laju korosi paduan antara tembaga (Cu) dengan perak (Ag) sebagai fungsi tegangan listrik?
4. Bagaimana hasil foto mikro lapisan yang terbentuk dari tembaga (Cu) dengan pelapis perak (Ag) sesudah mengalami pengkorosian?

1.3 Batasan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang diatas sehingga memunculkan beberapa permasalahan, maka pada penelitian ini dibatasi pada :

1. Perak yang digunakan adalah perak 925
2. Variasi waktu (600, 900, 1200, 1500 dan 1800 detik) dan tegangan (12 V, 15 V, 18 V, 21 V, dan 24 V)
3. Pengujian korosi dilakukan dengan metode kehilangan massa
4. Perbandingan foto mikro digunakan alat mikroskop cahaya digital

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui proses elektroplating logam antara tembaga (Cu) dengan perak (Ag) secara baik dan benar
2. Mengetahui nilai laju korosi paduan tembaga (Cu) dengan perak (Ag) sebagai fungsi waktu
3. Mengetahui nilai laju korosi paduan tembaga (Cu) dengan perak (Ag) sebagai fungsi tegangan listrik
4. Mengetahui hasil foto mikro lapisan yang terbentuk dari tembaga (Cu) dengan pelapis perak (Ag) sesudah mengalami pengkorosian

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

1. Menambah khasanah keilmuan dibidang elektroplating pada jurusan Fisika UIN Sunan Kalijaga
2. Dapat meningkatkan ketahanan suatu logam tembaga dari sifat korosi dengan menggunakan metode elektroplating
3. Dapat mengetahui waktu dan tegangan listrik maksimal dalam proses elektroplating untuk pencegahan korosi logam sesuai dengan kasus penelitian.
4. Dapat dijadikan bahan pustaka dalam mengembangkan metode elektroplating pada pelapisan tembaga dengan pelapis perak

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dengan judul Metode Elektroplating Pada Subtrat Tembaga (Cu) Dengan Pelapisn Perak (Ag) Untuk Meningkatkan Keindahan Dekoratif dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses pelapisan logam dengan metode *elektroplating* pada logam tembaga (Cu) - perak (Ag) harus melalui tahapan yang dilakukan agar proses pelapisan dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan *plating* yang maksimal. Tahapan yang dilakukan pada proses elektroplating yaitu pemotongan plat tembaga- *butting- degreasing- rinsing- pickling- rinsing- perak plating- rinsing- drying*. Dari proses *elektroplating* ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pelapisan diantaranya suhu, tegangan, arus listrik, konsentrasi larutan, waktu pelapisan, *throwing power* dan pasivitas. Perlu diperhatikan tahapan-tahapan dan faktor yang berpengaruh untuk melapisi sebuah benda agak dapat menghasilkan hasil yang dekoratif dan baik.
2. Nilai laju korosi pada logam tembaga (Cu) – perak (Ag) setelah proses pelapisan berlangsung sebagai fungsi waktu, dapat dituliskan sebagai berikut :
Pada lama waktu pelapisan 600 s nilai laju korosinya $(79 \pm 0,87) 10^{-2}$ mmpy.
Pada lama waktu pelapisan 900 s nilai laju korosinya $(67 \pm 0,87) 10^{-2}$ mmpy.
Pada lama waktu pelapisan 1200 s nilai laju korosinya $(54 \pm 0,87) 10^{-2}$ mmpy.
Pada lama waktu pelapisan 1500 s nilai laju korosinya $(33 \pm 0,87) 10^{-2}$ mmpy.
Pada lama waktu pelapisan 1800 s nilai laju korosinya $(18 \pm 0,87) 10^{-2}$ 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 1800 s pada penelitian ini.

3. Nilai laju korosi pada logam tembaga (Cu) – perak (Ag) setelah proses pelapisan berlangsung sebagai fungsi tegangan listrik, dapat dituliskan sebagai berikut : Pada besar tegangan listrik 12 V nilai laju korosinya $(73 \pm 0,87)10^{-2}$ mmpy. Pada besar tegangan listrik 15 V nilai laju korosinya $(55 \pm 0,87)10^{-2}$ mmpy. Pada besar tegangan listrik 18 V nilai laju korosinya $(49 \pm 0,87)10^{-2}$ mmpy. Pada besar tegangan listrik 21 V nilai laju korosinya $(25 \pm 0,86)10^{-2}$ mmpy. Pada besar tegangan listrik 24 V nilai laju korosinya $(15 \pm 0,86)10^{-2}$ mmpy. Semakin besar tegangan listrik yang diberikan pada proses pelapisan maka semakin lama logam tersebut terkorosi. Hal ini ditunjukkan penurunan korosi pada logam tembaga (Cu) yang telah terlapisi perak (Ag) dengan tegangan listrik minimal 12 V hingga tegangan listrik maksimal 24 V pada penelitian ini.
4. Hasil foto mikro pada logam tembaga yang terlapisi perak setelah mengalami pengkorosian terlihat begitu jelas. Semakin lama melapisi tembaga dengan perak maka korosi yang terjadi semakin sedikit. Hal tersebut sangat sesuai dengan hasil perhitungan dan diklarifikasi lewat foto mikro pada permukaan. Anak panah yang menunjukan daerah yang terkorosi semakin berkurang seiring dengan lama proses pelapisan.

5.2 Saran

1. Pada saat melakukan percobaan sebaiknya perlu di perhatikan prosedur keselamatan kerja yang ada sebab penggunaan bahan kimia yang cukup berbahaya bagi kesehatan tubuh.
2. Dalam melakukan proses elektroplating sebaiknya alat-alat yang digunakan di *ceck* terlebih dahulu dan selalu dijaga kebersihan dari pengotor. Pengotor pada alat *plating* dapat mengganggu kinerja pelapisan pada obyek benda.
3. Dalam penelitian selanjutnya obyek yang digunakan bisa berbeda, dapat diganti dengan besi, baja, alumunium, seng atau yang lainnya.
4. Dalam penelitian selanjutnya perlu adanya penelitian bagaimana pengaruh parameter lain, seperti bervariasi konsentrasi larutan (pH), arus listrik, dan jarak elektroda agar mendapatkan hasil *elektroplating* yang terbaik.

Daftar Pustaka

- Abu Mutholib, dkk. 2006. *Elektroplating dekoratif proektif dengan kapasitas larutan elektrolit nikel 20 l dan khrom 10 l*. Laporan Tugas Akhir. Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ainun, Fuad. 2011. *Kimia pelapisan pada logam*. Makalah kuliah kimia teknik. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang
- American Society For Testing and Materials A370-20. 2002. *Standart Test Method and Difinition For Mechanical Testing Of Steel Product*. Washington: API Published Service
- Bahri, Samsul. 2007. *Penghambatan korosi baja beton dalam larutan garam dan asam dengan menggunakan campuran senyawa butilamina dan oktilamina*. Jurnal Gradien Program Studi teknik Sipil, Universitas Bengkulu, Indonesia, **Vol. 3 No. 1 Januari 2007 : 231-236**
- 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**
- Batu Mahadi Siregar & Muthia Bintang. 2005. *Analisa laju korosi mild steel pada lingkungan dengan kelembaban tinggi selama 24 jam*. Jurnal sistem Teknik Industri, **Vol. 6 No. 5 November 2005: 66-70**
- 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.
- Dyah Sawitri. 2006. *Pengaruh tebal lapisan sealants terhadap laju korosi atmosferik lingkungan asam sulfat pada pelat logam badam mobil*. Jurnal Sains Material Indonesia, **Vol. 8 No. 1 Oktober 2006 : 12-17**
- Edi Istiyono, dkk. 2008. *Pengolahan limbah industri penyepuhan logam perak (elektroplating) di lingkungan pengrajin perak kecamatan kotagede*. Jurnal FMIPA dan PGSD FIP Universitas Negeri Yogyakarta, **Vol. 12 No. 2 Oktober 2008 : 184-192**
- Fifin, D.R. 2010. *Pengenalan pola citra leukosit dengan metode ekstraksi fitur citra*. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, **No. 6 (2010) : 133-137**
- Fontana, M.G.I. 1987. *Corrosion Engeneering*. McGraw-Hill Book Camp. New York
- Fredina Destyorini, dkk. 2013. *Pelapisan NiCo/Cr dengan gabungan teknik elektroplating dan pack-cementation untuk meningkatkan ketahanan korosi*

dan kekerasan baja karbon rendah. Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Pusat Penelitian Fisika-LIPI, **Vol. 31 No. 1, April 2013 : 51-58**

Frendy Juniawan, dkk. 2010. *Tugas tentang material tenis tembaga*. Tugas Ujian Akhir Semester. Sekolah Tinggi Seni Rupa dan Desain Indonesia Telkom 2010

Gambar-gambar diakses pada tanggal 19 Maret 2014 : 12.24 dari :

<http://google.com/elektrokimia.pdf/>

<http://www.webelements.com/silver/>

<http://www.webelements.com/tembaga/>

Gunadhi, Albert. 2002. *Sensor Warna Dengan Menggunakan Kamera Video Berbasis Komputer Pribadi*. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Widya Mandala Surabaya.

Hadir kaban, Sri Niar, & Jorena. 2010. *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)*. Penerbit: Andi offset. Yogyakarta.

Ichwan, Mohammad Nor. 2004. *Tafsir Ilmiy: Memahami al-Qur'an melalui Pendekatan Sains Modern*. Yogyakarta: Penerbit Menara Kudus Jogja

Kurniastuti, dkk. 2013. *Desain sistem deteksi kerusakan jaringan dermis dari citra mikroskop digital menggunakan metode ekstraksi fitur*. Jurnal Fisika dan Terapannya, **Vol. 1 No. 1 Januari 2013: 76-78**

Lowenheim, Frederick. A. 1978. *Electroplating*. McGraw-Hill Book Company. New York.

Oluranti Sadiku-Agboola, dkk. 2012. *The properties and the effect of operating parameters on nickel plating (review)*. International Journal of the Physical Sciences Tshwane University of Technology, **Vol. 7 No. 3, January 2012 : 349-360**

Priyotomo, Gadang. 2008. *Kamus saku korosi material*. Free E-Book edisi mahasiswa, **Vol. 1 No. 1 Januari 2008**

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 Universitas Udayana. Denpasar.

Reny Afriany, dkk. 2012. *Pengaruh konsentrasi larutan dan waktu pelapisan nikel pada aluminium terhadap kekerasan*. Prosiding Seminar Nasional

Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III , 3 November 2012.
Fakultas Teknik, UGM. Yogyakarta.

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**

Soejono Tjiro, dkk. 2000. *Studi perilaku korosi tembaga dengan variasi konsentrasi asam askorbat (vitamin c) dalam lingkungan air yang mengandung klorida dan sulfat*. Jurnal Teknik Mesin Kristen Petra, **Vol. 2 No. 1, Oktober 2000 : 62-67**

Suarsana, I Ketut. 2008. *Pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan khrom dekoratif terhadap tingkat keceraahan dan ketebalan lapisan*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, **Vol. 2 No. 1, Juni 2008 : 48-60**

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**

Supriyanto. 2007. *Pengaruh konsentrasi larutan NaCl 2% dan 3,5% terhadap laju korosi pada baja karbon rendah*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Sutomo, dkk. 2010. *Pengaruh arus dan waktu pada pelapisan nikel dengan eletroplating untuk bentuk plat*. Jurnal Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro

Sutoyo, dkk. 2009. *Teori pengolahan citra digital*. Penerbit : ANDI, Semarang

Syohan Demega Perdhana, dkk. 2011. *Studi laju korosi pada plat stainless steel (SS) 304 dan 316 dengan variasi media korosi*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri . ITS Surabaya

Tjandrawati, Yetty. 1999. *Korosi logam di dalam bebeapa media cair*. Jurnal Fakultas Farmasi, Universitas Sanata Dharma, **Vol. 2 No. 1 Januari 1999**

Tretheway, K. R and Chamberlain, J. 1991. *Korosi*. Penerbit : PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Tretheway, K. R. 1991. *Korosi untuk mahasiswa sains dan rekayasawan*. Penerjemah: Alex Tri Kuntjoro. Penerbit : PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Trommnas, B. 1981. *Electrodeposited coating, metal powders, sintered P/M structure*. Annual Book of ASTM Standards Part 9. W. Canning Ltd. Birmingham

Wahyudi, Soleh. 2006. *Buku saku elektroplating*. E-book. Cimahi

Lampiran

A. Data Hasil Pengukuran

No.	Waktu (s)	Berat Setelah Plating (W ₁) (gram)	Berat Setelah Korosi (W _A) (gram)
1	600	2,7685	2,7594
2	900	2,8168	2,8091
3	1200	2,8174	2,8112
4	1500	2,8289	2,8251
5	1800	2,8338	2,8317

Keterangan :

Ukuran Sampel (Cu) = 2 x 2 cm

Tegangan Listrik = 12 volt

pH Larutan = 5

Suhu Plating = 40 °C

No.	Tegangan (volt)	Berat Setelah Plating (W ₁) (gram)	Berat Setelah Korosi (W _A) (gram)
1	12	2,7856	2,7772
2	15	2,8211	2,8148
3	18	2,8298	2,8241
4	21	2,8357	2,8328
5	24	2,8401	2,8384

Keterangan :

Ukuran Sampel (Cu) = 2 x 2 cm

pH Larutan = 5

Waktu Pelapisan = 600 s

Suhu Plating = 40 °C

B. Menghitung Kehilangan Massa

$$M = M_1 - M_A$$

Keterangan :

M = Selisih massa (gram)

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

M_A = Massa setelah uji korosi (gram)

a. Kehilangan Massa Untuk Variasi Waktu

1. Untuk T = 600 s

$$M = 2,7685 \text{ gram} - 2,7594 \text{ gram}$$

$$M = 0,0091 \text{ gram}$$

2. Untuk T = 900 s

$$M = 2,8168 \text{ gram} - 2,8212 \text{ gram}$$

$$M = 0,0077 \text{ gram}$$

3. Untuk T = 1200 s

$$M = 2,8174 \text{ gram} - 2,8112 \text{ gram}$$

$$M = 0,0062 \text{ gram}$$

4. Untuk T = 1500 s

$$M = 2,8289 \text{ gram} - 2,8251 \text{ gram}$$

$$M = 0,0038 \text{ gram}$$

5. Untuk T = 1800 s

$$M = 2,8338 \text{ gram} - 2,8317 \text{ gram}$$

$$M = 0,0021 \text{ gram}$$

b. Kehilangan Massa Untuk Variasi Tegangan

1. Untuk Tegangan 12 Volt

$$M = 2,7856 \text{ gram} - 2,7772 \text{ gram}$$

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

2. Untuk Tegangan 15 Volt

$$M = 2,8211 \text{ gram} - 2,8148 \text{ gram}$$

$$M = 0,0063 \text{ gram}$$

3. Untuk Tegangan 18 Volt

$$M = 2,8298 \text{ gram} - 2,8241 \text{ gram}$$

$$M = 0,0057 \text{ gram}$$

4. Untuk Tegangan 21 Volt

$$M = 2,8357 \text{ gram} - 2,8328 \text{ gram}$$

$$M = 0,0029 \text{ gram}$$

5. Untuk Tegangan 24 Volt

$$M = 2,8401 \text{ gram} - 2,8384 \text{ gram}$$

$$M = 0,0017 \text{ gram}$$

C. Menghitung Laju Korosi

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

Keterangan :

C = Laju Korosi (mmpy)

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

M = Kehilangan Massa (gram)

A = Luas Permukaan (cm^2)

T = Waktu (24 jam)

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

1. Untuk t = 600 s

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

$$C = 797,16 / 1008$$

$$C = 0,79 \text{ mmpy}$$

2. Untuk t = 900 s

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

$$C = 674,52 / 1008$$

$$C = 0,67 \text{ mmpy}$$

3. Untuk $t = 1200 \text{ s}$

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

$$C = 543,12 / 1008$$

$$C = 0,54 \text{ mmpy}$$

4. Untuk $t = 1500 \text{ s}$

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

$$C = 332,88 / 1008$$

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

5. Untuk $t = 1800 \text{ s}$

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

$$C = 183,96 / 1008$$

$$C = 0,18 \text{ mmpy}$$

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

1. Untuk Tegangan 12 Volt

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

$$C = 735,84 / 1008$$

$$C = 0,73 \text{ mmpy}$$

2. Untuk Tegangan 15 Volt

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

$$C = 551,88 / 1008$$

$$C = 0,55 \text{ mmpy}$$

3. Untuk Tegangan 18 Volt

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

$$C = 499,32 / 1008$$

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

4. Untuk Tegangan 21 Volt

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

$$C = 254,04 / 1008$$

$$C = 0,25 \text{ mmpy}$$

5. Untuk Tegangan 24 Volt

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

$$C = 148,92 / 1008$$

$$C = 0,15 \text{ mmpy}$$

D. Menghitung Ralat ΔC

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

Dari persamaan diatas maka laju korosi C bergantung pada 2 variabel yang dapat menunjukan 2 variabel bervariasi yaitu M (massa) dan A (luas permukaan benda kerja).

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

Jadi ΔC dapat dihitung sebagai berikut :

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

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

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

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

$$\Delta C 1 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0091}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0087 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C 2 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0077}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0087 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_3 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0062}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0087 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_4 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0038}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0087 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_5 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0021}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0087 \text{ mmpy}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \overline{\Delta C} &= \frac{\Delta C_1 + \Delta C_2 + \Delta C_3 + \Delta C_4 + \Delta C_5}{5} \\ &= \frac{0,0435}{5} = 8,7 \times 10^{-3} \text{ mmpy}\end{aligned}$$

Untuk Variasi Tegangan

$$\Delta C_1 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0084}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0087 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_2 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0063}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0087 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_3 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0057}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0087 \text{ mmpy}$$

$$\Delta C_4 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0029}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0086 \text{ mmpy}$$

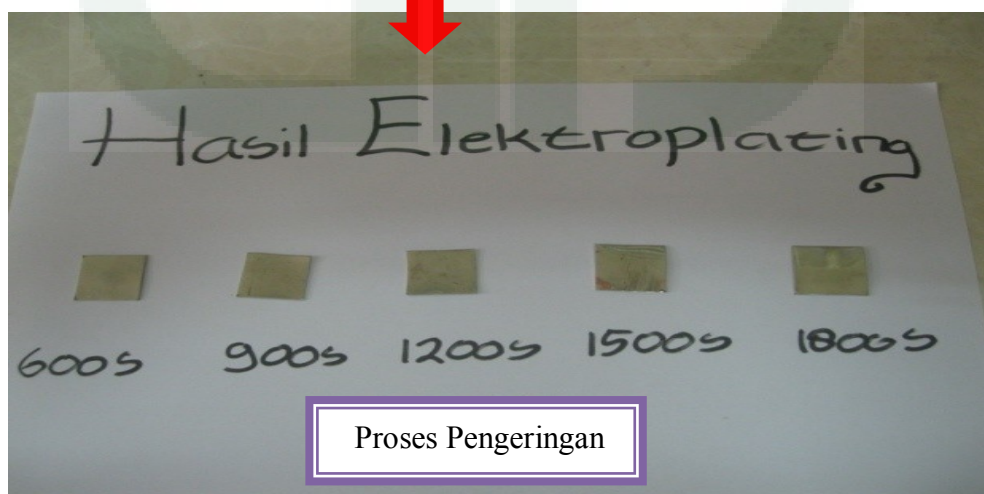
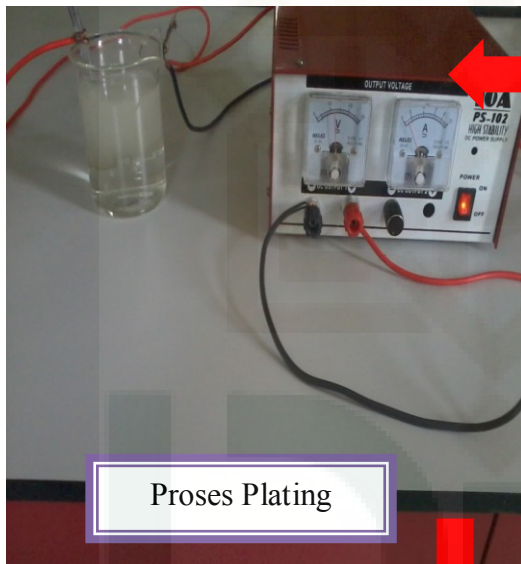
$$\Delta C_5 = \sqrt{\left(\frac{347,6190}{4} \times 0,0001\right)^2 + \left(\frac{347,6190 \times 0,0017}{4^2} \times 0,5 \cdot 10^{-2}\right)^2} = 0,0086 \text{ mmpy}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \overline{\Delta C} &= \frac{\Delta C_1 + \Delta C_2 + \Delta C_3 + \Delta C_4 + \Delta C_5}{5} \\ &= \frac{0,0433}{5} = 8,66 \times 10^{-3} \text{ mmpy}\end{aligned}$$

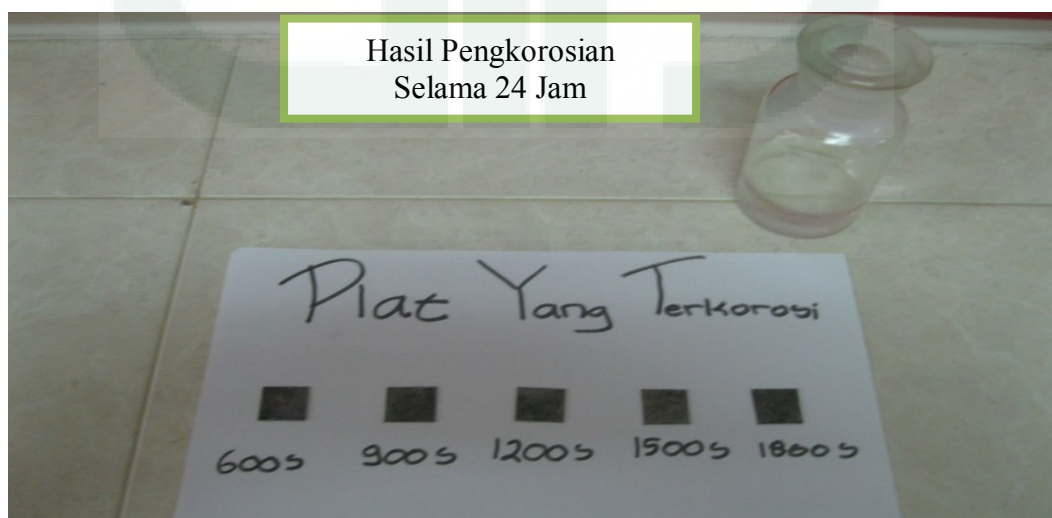
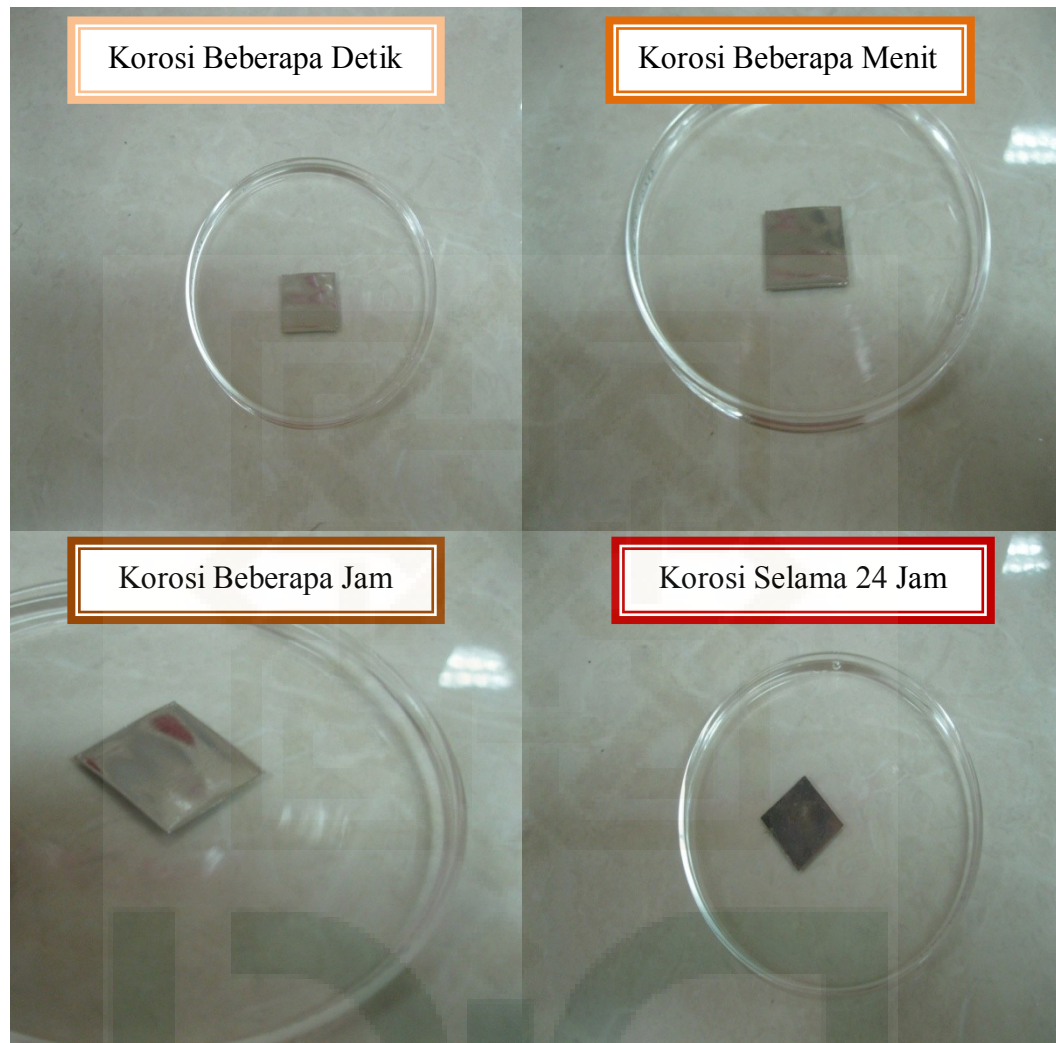
Dokumentasi Proses Elektroplating dan Pengkorosian pada Logam
Tembaga(Cu)-Perak(Ag)

A. Proses Elektroplating

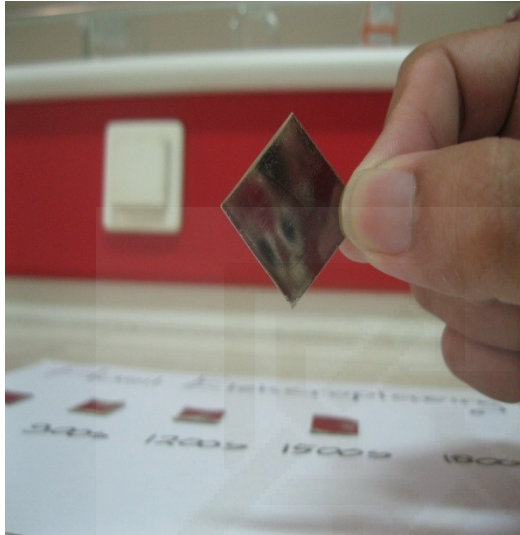




B. Proses Pengkorosian



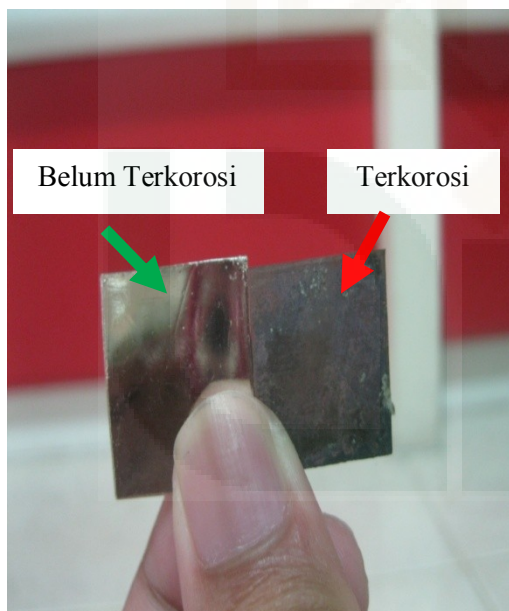
C. Perbedaan Logam Sebelum Korosi dan Setelah Korosi



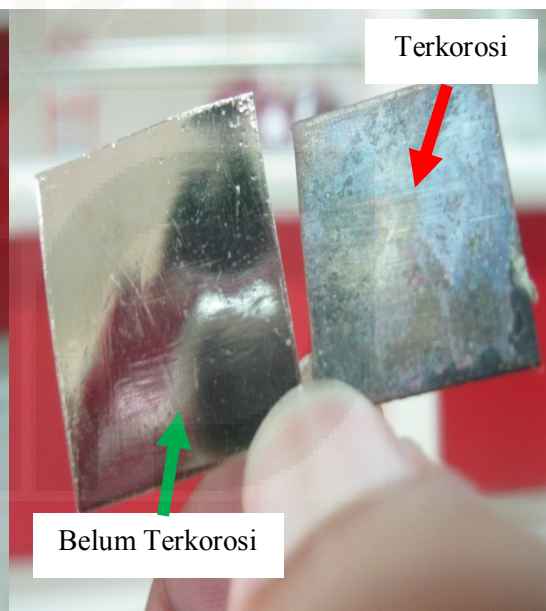
Plat Sebelum Korosi (Hasil Plating)



Plat Setelah Korosi (Hasil Korosi)



Zoom out Optical



Zoom 2x Optical

Spesifikasi Alat Mikroskop Stereo Nikon SMZ 1500



Merek : Nikon SMZ-1500

Keterangan:

- Sistem Optical: Parallel-optik sistem zoom
- Jumlah perbesaran: 3.75-540x tergantung pada lensa mata & obyektif digunakan
5.6-506x ketika koaksial illuminator episcopic terpasang
- Lensa mata kemiringan: 20 deg
- Interpupillary jarak adjusment: 48-75 mm
- Kisaran Zooming: 0.75x hingga 11.25x
- Zoom ratio: 15: 1
- Tujuan Rencana Lensa apokromatik 1X NA 0,131, bekerja jarak 54 mm
- Jumlah Pembesaran yang digunakan: 7.56 - 112.5 kali
- Berdiri: diascope berdiri 6V30W dengan kontras yang koheren miring

Yang terdiri dari:

1. SMZ1500 Tubuh Utama
2. P-FMD Fokus Gunung D eksklusif untuk SMZ1500
3. C-W 10XB lensa mata 10X (2 pcs.)
4. P-BT Teropong lensa mata Tabung
5. RENCANA P-HR APO 1X (W.D. 54mm)
6. C-DSD230 diascope Berdiri 230 (220-240V)
7. Lampu halogen 6V30W
8. Kabel Listrik BE

9. P-IBSS2 Beam Splitter S2
10. LV-TV Tabung untuk TI3
11. Penutup Type 104
12. C-FID bercabang Fiber Cahaya Panduan
13. Sumber Light LED C untuk Fiber Illuminator (100V-240V) hidup hingga 30, 000 jam
14. AZLED-PCU Kabel Listrik E



CURRICULUM VITAE



Nama : Kukuh Subekti

Tempat Tanggal Lahir : Yogyakarta, 29 Maret 1992

Semester /NIM : IX / 10620011

Alamat : Gedongan KG III/60 RT 04, RW 02 Kotegede Yk. 55173

PT : Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika

Email : kukuhsubektifisika@gmail.com

Contact Person : 08564 317 0429 / 0882 1672 0530

Pendidikan :

TK ABA Al Anab Kotegede Yogyakarta	1995
SD Kotegede VII Yogyakarta	1998
SMP Negeri 15 Yogyakarta	2004
SMTI Yogyakarta	2007
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	2010

Organisasi :

Bahana Percussion Indonesia Cabang Yogyakarta	2007-2017
Karang Taruna Kotegede Yogyakarta	2012-2014
BEM J Fisika UIN Yogyakarta	2011-2013
Ikatan Remaja Masjid Mushola Gedongan Yk.	2005-2016