ANALISIS PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK TERHADAP KETEBALAN PELAPISAN PERAK PADA ALUMUNIUM A6063 DENGAN PROSES *ELECTROPLATING*

Kisworo Sabekti[1], Gery Setiadi Mansjur [2], Jenny Primanita Diningrum[2]
[1]Program Strata Satu Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam "45" Bekasi
[2]Tim Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam "45" Bekasi
Jl. Cut Mutia No.83, Margahayu, Bekasi Tim., Kota Bks, Jawa Barat 17113
E-mail Penulis: kisworo13@yahoo.com

Abstrak

Electroplating adalah proses pelapisan permukaan logam dengan metode elektrokimia. Pengguaan material alumunium sebagai konduktor pada gas insulated switchgear tidak lain karena material alumunium lebih ringan dan murah dibandingkan logam lain. Namun untuk dalam hal menghantarkan arus listrik alumunium lebih sulit karena memiliki hambatan jenis yang lebih besar dibandingkan tembaga dan perak. Oleh karena itu pada sambungan konduktor yang berbahan alumunium akan dilapisi tembaga dan perak untuk mempermudah supply dalam menghantarkan arus listrik. Proses pelapisannya menggunakan metode electroplating. Proses electroplating untuk pelapisan menggunakan kuat arus 0,2 A, 0,3 A, dan 0,4 A. Dari berbagai variasi kuat arus tersebut akan mempengaruhi ketebalan pelapisan. Hasil penelitian ini menunjukan bahwa semakin tinggi kuat arus berbanding lurus dengan ketebalan lapisan. Ketebalan dari proses electroplating yang menggunakan kuat arus 0,2 A, 0,3 A, dan 0,4 A berturut-turut adalah 10,88 µm, 18,83 µm, dan 28,18 µm. Sedangkan dalam pengujian menghantarkan listrik pada benda kerja dengan ketebalan perak 10,88 µm kurang baik daripada benda kerja dengan ketebalan perak 18,83 µm dan 28,18 µm.
***Kata kunci**: electroplating, ampere, konduktor, alumunium, perak.*

Abstract

Electroplating is the process of coating metal surfaces with electrochemical methods. The use of aluminum material as a conductor in gas insulated switchgear is no other because aluminum material is lighter and cheaper than other metals. But in terms of delivering aluminum electric current it is more difficult because it has a greater type of resistance than copper and silver. Therefore, the conductor connection made from aluminum will be coated with copper and silver to facilitate the supply of electric current. The coating process uses electroplating method. The electroplating for coating process uses current strengths 0.2 A, 0.3 A, and 0.4 A. From various variations of the current strength will affect the thickness of the coating. The results of this study indicate that the higher the current strength is directly proportional to the thickness of the layer. The thickness of the electroplating process that uses current strengths 0.2 A, 0.3 A, and 0.4 A respectively is 10.88 µm, 18.83 µm, and 28.18 µm. Whereas in testing conduct electricity to the workpiece with a silver thickness of 10.88 µm less than the workpiece with a silver thickness of 18.83 µm and 28.18 µm.
***Keywords:** electroplating, ampere, conductor, alumunium, silver.*

PENDAHULUAN

Gas Insulated Switchgear merupakan alat dengan isolasi gas yang berguna untuk menyambung putuskan aliran daya pada sistem transmisi. Isolalsi gas yang digunakan untuk memisahkan antara konduktor dengan permukaan GIS adalah gas SF_6. Gas ini memiliki kemampuan isolalsi yang sangat baik dengan kekuatan dielektrik mencapai 8-9 kv/mm atau hamper 2-3 kali kekuatan dielektrik udara.dalam 30 tahun terakhir penggunana GIS di bidang ketenagalistrikan sangat berkembang pesat. GIS dikenal dengan keandalannya dan menjadi pilihan utama di berbagai titik penting dalam sistem transmisi tenaga listrik. GIS juga memiliki kelebihan di dalam ukuran ruang yang digunkan yaitu jauh lebih efisien dan memakan sedikit ruang jika dibandingkan dengan switchgear biasa. Faktor ini menjadi keunggulan GIS untuk dapat digunakan di tempat-tempat yang memiliki keterbatasan ruang lapang.

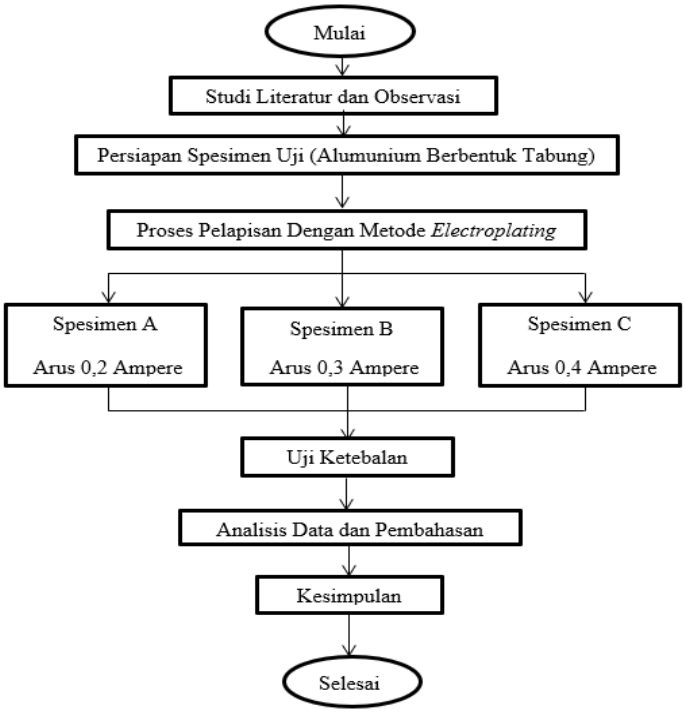
Menyadari pentingnya GIS dalam sistem transmisi listrik dewasa ini, maka dibutuhkan suatu perencanaan dengan cara menentukan bagaimana kondisi suatu GIS. Kondisi GIS harus dijaga pada level yang baik agar keandalan dan tingkat unjuk kerja tetap tinggi. Kondisi GIS dapat juga menurun akibat ganguan-gangguan yang berasal faktor dalam GIS. Salah satu ganguan yang biasa terjadi adalah tidak maksimalnya aliran listrik yang mengalir pada konduktor dalam GIS. Untuk mengeliminasi ganguan-gangguan yang terjadi digunakan suatu metode pelapisan dengan cara listrik atau

electroplating pada permukaan konduktor yang saling berhubungan. Melalui metode ini diharapkan gangguan yang terjadi dapat diminimalisir sehingga dapat mencegah terjadinya gangguan pada GIS yang berakibat kegagalan GIS.

Konduktor pada GIS bisa menggunakan bahan dasar alumunium A6063 yang dilapisi perak (Ag) pada ujungnya dengan tujuan lebih mudah dalam menghantarkan arus listrik karena perak (Ag) memiliki nilai konduktifitas yang lebih baik daripada alumunium. Pemilihan alumunium sebagai bahan dasar konduktor karena harga alumunium lebih murah dari pada tembaga atau perak. Alumunium juga lebih ringan dibandingkan tembaga dan perak. Namun untuk hal menghantarkan listrik, tembaga dan perak lebih mudah dalam menghantarkan arus listrik. Oleh karena itu penulis akan mengambil penelitian tentang alumunium yang dilapisi tembaga dan perak. Pelapisan tembaga dan perak pada material alumunium bisa dilakukan dengan proses *electroplating*. *Electroplating* merupakan proses pelapisan suatu benda dengan logam lain yang memanfaatkan aliran listrik dalam suatu cairan elektrolit. Menurut Cndra Purnawan, dkk, (2007), *electroplating* merupakan salah satu metode pelapisan logam yang didasarkan pada reaksi reduksi dan oksidasi. Pemberian arus searah ke dalam larutan meyebabkan terjadi proses reduksi pada katoda dan anoda. Alasan penggunaan metode *electroplating* dikarenakan metode tidak memerlukan suhu tinggi, hasil pelapisannya sangat efektif dan tahan lama dibandingkan dengan metode lainnya. Untuk menghantarkan arus listrik digunakan larutan elektrolit sebagai media untuk menghantarkan arus listrik. Prose *electroplating* membutuhkan beberapa parameter untuk menghasilkan hasil yang diinginkan. Beberapa parameter tersebut adalah luas penampang, kuat arus, dan waktu.
Proses *electroplating* memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi di dalamnya 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 dan mempermudah menghantarkan arus listrik pada logam alumunium yang dilapisi oleh perak. Ketebalan dipengaruhi oleh lamanya proses dan juga seberapa besar kuat arus listrik yang diberikan. Maka dalam penelitian ini, pengaruh kuat arus listrik (dengan tiga variasi kuat arus listrik, yaitu 0,2 Ampere, 0,3 Ampere dan 0,4 Ampere) dianalisis terhadap ketebalan pelapisan perak pada alumunium A6063 dengan proses *electroplating*.

METODE

Metode untuk mempermudah pemahaman tentang alur dari penelitian yang dilakukan maka dibuatlah diagram alur seperti Gambar 1. sebagai berikut:

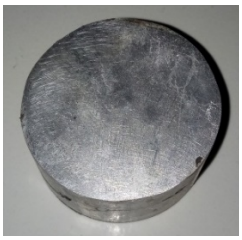


Gambar 1. Diagram Alur (*Flow Chart*) Penelitian

Alat dan Bahan :

Alat dan bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. **Material;** Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alumunium berbentuk tabung dengan diameter 50 mm dan tebal material 20 mm. material menggunakan jenis alumunium A6063 (Gambar 2.)



Gambar 2. Material Al A6063

Tabel 1. dan 2 menujukan komposisi paduan alumunium dan sifat mekanik Alumunium A6063:

Tabel 1. Komposisi Alumunium A6063

Element	Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Zn	Ti	Cr
Weight %	0.1	0.9	0.7	0.6	0.3	0.1	0.2	0.1

Tabel 2. Mechanical Properties

Elastic Modulus	: 6.9e + 010 N/m^2
Poissons Ratio	: 0.33 N/A
Shear Modulus	: 2.58e + 010 N/m^2
Mass Density	: 2700 kg/m^3
Tensile Strength	: 24 x 107 N/m2
Yield Strength	: 215 x 106 N/m2
Thermal Expansion Coefficient	: 2.34e - 005 /K
Thermal Conductifity	: 209 W/(m.K)
Specific Heat	: 900 J(kg.K)

b. Bak 1 berisi *alkali washing*
Alkali washing berfungsi untuk membersihkan oli dan kotoran pada material sebelum di proses. Temperature pada *alkali washing* adalah 40^o C.

c. Bak 2 berisi air
Air pada bak ini berfungsi untuk membilas material setelah dicelupkan pada *alkali washing.*

d. Bak 3 berisi *acid clean*
Acid clean berfungsi untuk membersihkan senyawa basa pada material.
Konsentrasi pada *acid clean* HNO_3 + HF 1,1 – 1,2 g/L.

e. Bak 4 berisi air untuk pembilasan
Pada bak ini berfungsi untuk proses pembilasan pada bagian yang di proses dengan cara di siram air.

f. Bak 5 berisi *zink deep*
Zink deep berfungsi sebagai pelekat tembaga pada material alumunium. Konsentrasi larutan pada *zink deep* adalah sebagai berikut : 2NO 68-77 g/L dan NaOH 350 – 530 g/L

g. Bak 6 berisi Cu *plating*
Cu *plating* berfungsi sebagai proses pelapisan tembaga pada material. Konsentrasi larutan pada bak Cu *plating* adalah f-KCn sebesar 15-20 g/L dan Metal Cu (CuCn) sebesar 50-56 g/L.

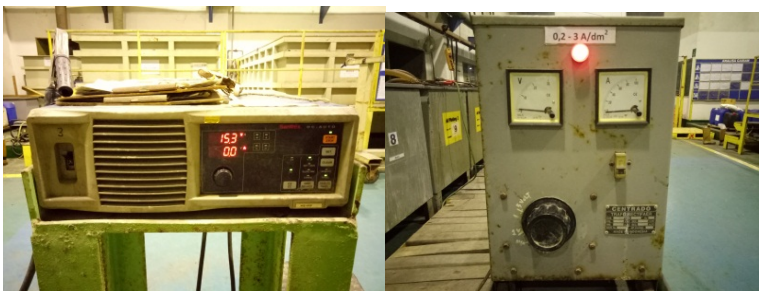
h. Bak 7 berisi air
Pada bak ini berisi air sebagai pembilas setelah proses pelapisan tembaga selesai.

i. Bak 8 berisi netral
Bak netral hanya berisi air dan campuran f-KCn. Konsentrasi pada bak netral adalah 35-45 g/L.

j. Bak 9 berisi Ag *strike*
Ag *strike* adalah proses pelapisan awal dengan mengalirkan tegangan tinggi pada material selama beberapa detik. Konsentrasi larutan pada bak Ag strike adalah f-KCn 80-100 g/L

k. Bak 10 berisi Ag *plating.*
Ag *plating* adalah proses pelapisan perak dengan memanfaatkan acuan kuat arus dan waktu sebagai tebal lapisan yang diinginkan. Konsentrasi larutan pada bak Ag platting adalah f-KCn sebesar 90-100 g/L.

l. *Rectifier*
Untuk memeberikan kuat arus dan tegangan ketika proses seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Rectifier*

m. *Thickness Tester*
Gambar 4, untuk mengukur ketebalan dari hasil proses *electroplating*.

Gambar 4. *Thickness Tester*

n. Tang Ampere
Gambar 5 digunakan untuk mengukur kuat arus ketika proses

Gambar 5. Tang Ampere

o. Kamera
Kamera sepetri ysng terlihat pada Gambar 6. digunakan untuk mengambil gambar/dokumentasi foto selama penelitian.

Gambar 6 Kamera

Persiapan Spesimen Uji

a) Pemotongan spsimen uji
   1. Material alumunium A6063 berbentuk batangan dipotong sesuai dimensi yaitu tebal 24 mm dan diameter 50 mm.
   2. Kedua permukaan hasil potongan kemudian diratakan dan dihaluskan menggunakan *buffing.*

b) Persiapan proses *electroplating*
   1. Persiapkan material, lakban karet, dan kawat tembaga
   2. Tutup dengan lakban bagian material yang tidak terproses dengan menggunkan lakban karet supaya tidak terproses pelapisan.
   3. Beri coakan pada lakban sebagai tempat untuk mengalirkan arus listrik saat proses pelapisan.
   4. Pada bagian coakan di ikat menggunakan kawat tembaga sehingga arus listrik nantinya bisa mengalir dari kawat tembaga ke material. Kawat tembaga harus kuat mengikat material supaya tidak jatuh saat proses pelapisan.

c) Proses *electroplating* :
   Proses pelapisan mengikuti aturan pada Tabel 3. berikut ini :

Tabel 3. Proses *Electroplating*

No	Bak	Waktu	Keterangan
1	Bak alkali washing	30 detik	
2	Bak air	20 detik	Benda kerja sambil digerak-gerakan
3	Bak acid clean	20 detik	
4	Bak air	20 detik	Benda kerja sambil digerak-gerakan
5	Bak alkali washing	30 detik	
6	Bak air	20 detik	Benda kerja sambil digerak-gerakan
7	Bak acid clean	20 detik	
8	Bak pembilasan	1 – 1,5 menit	
9	Bak zink deep	40 detik	
10	Bak pembilasan	1 – 1,5 menit	
11	Bak acid clean	20 detik	
12	Bak pembilasan	1 – 1,5 menit	
13	Bak zink deep	15 - 20 detik	
14	Bak pembilasan	1 – 1,5 menit	
15	Bak Cu platting	90 detik	Lakukan Cu strike atau pelapisan awal dengan tegangan sebesar 5 volt sambil material digerak – gerakan
16	Bak Cu Platting	120 menit	Lakukan Cu platting dengan kuat arus 1,5 Ampere / 1 dm^2
17	Bak air	10 – 15 detik	Benda kerja sambil digerak-gerakan
18	Bak netral	5 detik	
19	Bak Ag Strike	8 detik	Lakukan Ag strike atau pelapisan awal dengan tegangan sebesar 10 volt sambil materian digerak –gerakan.
20	Bak Ag Platting	90 menit	

d) Proses *finishing*
   1. Siram permukaan platting dengan air sambil digosok-gosok dengan scot breath.
   2. Lepas kawat tembaga yang mengikat material.
   3. Copot lakban yang menempel pada permukaan material alumunium.

Pelaksanaan Penelitian

a. Proses uji ketebalan.

Pengujian ketebalan dilakukan untuk mengetahui ketebalan lapisan dari hasil proses *electroplating*. Pengujian ketebalan dilakukan dengan menggunakan alat *thicknes tester*. Prinsip kerja alat ini adalah dengan mengebor permukaan perak sampai mata bor tersebut menyentuh logam lain yang berada di bawah perak. Jika mata bor sudah menyentuh logam lain, otomatis mata bor akan berhenti bekerja. Kemudian

jarak antara permukaan perak dengan logam yang di bawah perak akan terbaca secara otomatis dengan *thicknes tester*. Maka didapatlah hasil ketebalan perak.

b. Analisa hubungan antara kuat arus dengan ketebalan.

Regresi sederhana didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal antara satu variabel independen dengan satu variabel dependen. Penggunaan analisis regresi dapat digunakan untuk memutuskan apakah naik dan menurunnya variabel dependen dapat dilakukan melalui menaikan dan menurunkan keadaan variabel independen. Atau meningkatkan keadaan variabel dependen dapat dilakukan dengan menaikan variabel independen atau sebaliknya.

Persamaan 1. merupakan persamaan umum regresi linear:

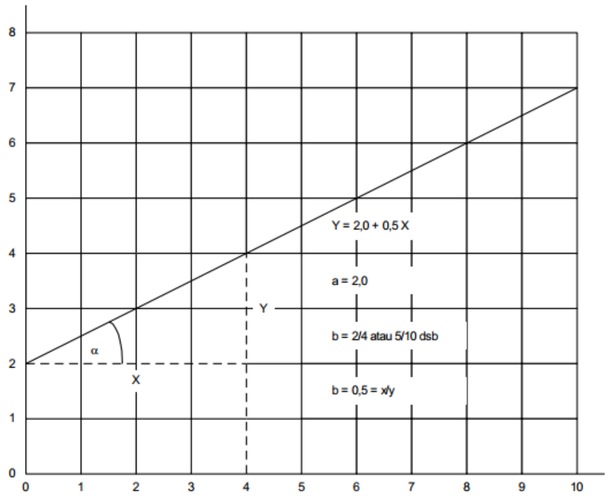
Y’ = a + bX…………………………………………………………………(1)

Keterangan:

Y’ = Variabel dependen (nilai yang diprediksikan)
X = Variabel independent
a = Konstanta (nilai Y’ apabila X = 0)
b = Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan)

Contoh;

Yang menunjukan angka 666 peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada variabel independen. Bila b (+) maka naik, dan bia b (-) maka terjadi penurunan. Secara teknis harga b merpakan tangen dari (perbandingan) antara panjang garis variabel independen dengan variabel dependen, setelah persamaan regresi ditemukan, seperti gambar berikut ini:



Gambar 7. Garis Regresi Y karena pengaruh X, Persamaan Regresinya Y = 2,0 + 5X

Harga $b = r\frac{S_y}{S_x}$ ……………………………………………………....(2)

Harga a = Y – b X……………………………………...………...(3)

Dimana :

r = koefisien korelasi produk momen antara variabel X dengan variabel Y
Sy = Simpangan baku variabel Y
Sx = simpangan baku variabel X

Jadi harga b merupakan fungsi dari koefisien korelasi. Bla koefisien korelasi tinggi maka harga b juga besar, sebaliknya bila koefisien korelasi rendah maka harga b juga rendah (kecil). Selain itu bila koefisien korelasi negative maka harga b juga negative, dan sebaliknya bila koefisien korelasi positif maka harga b juga positif. 6. Selain itu harga a dan b dapat dicari dengan rumus berikut :

$$a = \frac{(\Sigma Y_i)(\Sigma X_i^2) - (\Sigma X_i)(\Sigma X_i Y_i)}{n\Sigma X_1^2 - (\Sigma X_i)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$b = \frac{n\Sigma X_i Y_i - (\Sigma X_i)(\Sigma Y_i)}{n\Sigma X_1^2 - (\Sigma X_i)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Koefesien korelasi ialah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefesien korelasi berkisar antara -1 s/d +1. Koefesien korelasi menunjukkan kekuatan (*strength*) hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefesien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika koefesien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah (dan sebaliknya). Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel berikut Tabel 4. tingkat hubungan interval kooefisen (Sarwono:2006):

Tabel 4. Tingkat Hubungan Interval Koefisien

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0	Tidak ada korelasi
0 – 0,25	Korelasi sangat lemah
0,25 – 0,5	Korelasi cukup
0,5 – 0,75	Korelasi kuat
0,76 – 0,99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Ketebalan

Sebelum diuji, benda kerja di bedakan dengan cara memberikan kode pada setiap benda kerja. Adapun kode yang diberikan seperti terlihat pada Tabel 5. sebagai berikut :

Tabel 5. Kode Spesimen

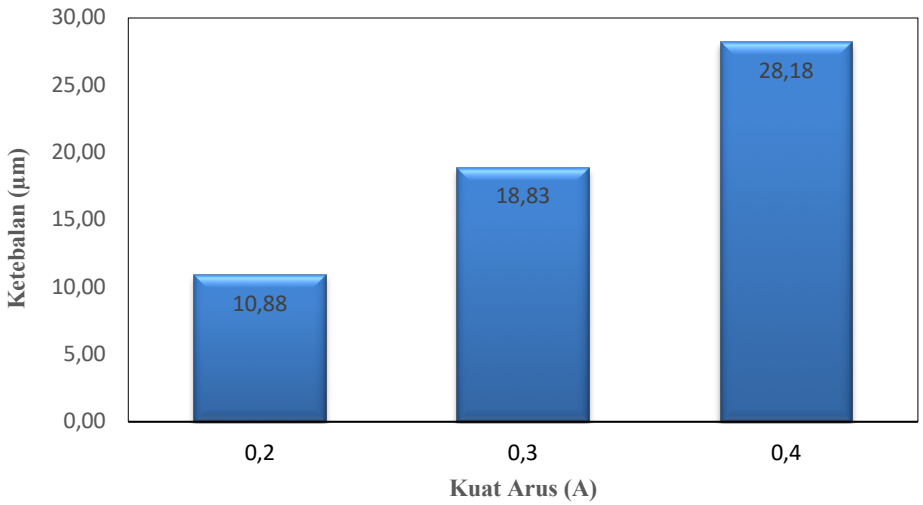
Kode Spesimen	Kuat Arus yang Digunakan
A 1 A 2 A 3	0,2 A
B 1 B 2 B 3	0,3 A
C 1 C 2 C 3	0,4 A

Pengukuran ketebalan dilakukan dengan menggunakan *thicknes tester* dengan ketelitian 0.001 mm. Prinsip kerja dari *thicknes tester* ini adalah dengan mengebor material perak sampai mata bor menyentuh permukaan selain perak. Jika mata bor menyentuk permukaan selain perak maka mata bor akan berhenti. Dari kedalaman proses pengeboran tadi akan didapatkan hasil dari ketebalan perak. Untuk pengukuran dilakukan dengan mengukur permukaan perak sebanyak tiga kali. Posisi pengukuuran diambil tiga titik pada setiap benda kerja. Hasil dari pengukuran didapatkan sebagai berikut :

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Ketebalan

Kode Material	Kuat Arus (Ampere)	Hasil Pengukuran Ketebalan (µm)			Rata-Rata Uji Ketebalan (µm)	$\overline{X} \pm \sigma$
A1		10,5	10,9	10,7	10,70	
A2	0,2 A	11,4	10,8	10,6	10,93	10,88 ± 0,13
A3		10,9	10,9	11,2	11,00	
B1		18,9	18,6	18,9	18,80	
B2	0,3 A	18,8	19,1	19,0	18,97	18,83 ± 0,10
B3		19,0	18,5	18,7	18,73	
C1		28,1	28,2	27,9	28,07	
C2	0,4 A	28,5	28,3	28,6	28,47	28,18 ± 0,21
C3		28,3	28,0	27,7	28,00	

Tabel 6. data yang diperoleh, dapat dilihat bahwa semakin besar kuat arus ketika proses pelapisan, berbanding lurus dengan ketebalan yang didapatkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8. grafik pengujian ketebalan berikut ini;



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Ketebalan

Gambar 8, menjelaskan bahwa semakin tinggi kuat arus ketika proses makan akan semakin tebal peraknya. Namun meskipun sama-sama menggunakan kuat arus yang sama saat proses pelapisan, hasil dari ketebalan perak berbeda antar material. Ketebalan permukaan perak juga berbeda pada setiap material. Hal demikian disebabkan karena posisi saat proses pelapisan berlangsung. Selain itu juga karena konsentrasi larutan yang berbeda pada waktu pelapisan membuat hasil ketebalan berbeda.

Pengaruh Arus Listrik Terhadap Ketebalan

Untuk mengetahui seberapa berpengaruhnya kuat arus terhadap ketebalan lapisan proses *electroplating* maka akan dignakan persamaan linear regresi. Analisis regresi linier sederhana adalah hubungan secara linear antara satu variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y), dimana kuat arus ketika proses berfungsi sebagai variabel independen (X) dan ketebalan yang dihasilkan berfungsi sebagai variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Data yang digunakan bisaanya berskala interval atau rasio. Persamaan 1. regresi linear sederhana sebagai berikut:

$$Y' = a + bX \qquad (1)$$

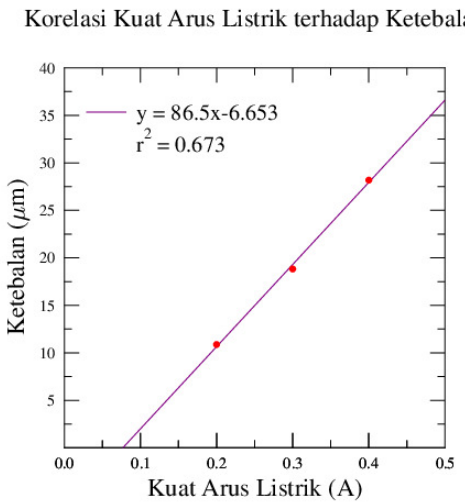
Berdasarkan data hasil rata – rata pengujian ketebalan di atas, maka untuk menghitung regresi adalah sebagai berikut :

X	Y	X^2	Y^2	$X-\overline{X}$ (x)		$Y-\overline{Y}$ (y)		xy
0.2	10.88	0.04	118.3260	2.176	-0.1	0.01	-8.42	0.8422
0.3	18.83	0.09	354.6944	5.650	0	0	-0.47	0.0000
0.4	28.18	0.16	793.9872	11.271	0.1	0.01	8.88	0.8878
$\sum X_i = 0.9$ $\overline{X} = 0.3$	$\sum Y_i = 57.89$ $\overline{Y} = 19.30$	$\sum X_i^2 =$ 0.29	$\sum Y_i^2 =$ 1267.0077	$\sum X_i Y_i =$ 19.097		$\sum x_i^2 =$ 0.02		$\sum x_i y_i =$ 1.730

$$b = \frac{n\sum X_i Y_i - \sum X_i Y_i}{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \frac{3\,(19{,}097) - (0{,}9)(57{,}89)}{3(0{,}29) - (0{,}9)^2} = 86{,}5$$

$$a = \overline{Y} - b\,\overline{X} = 19{,}3 - (86{,}5)(0{,}3) = -6{,}653$$

Jadi persamaan garis regresi Y' = -6,653 + 86,5X
Untuk mendapatkan grafik regresi dari persamaan di atas, maka penulis menggunkan software GLE yang mana pada software tersebut bisa langsung ditampilkan hasil dari grafik regresi dengan cara memasukan persamaan regresinya. Berikut adalah grafik regresinya:



Gambar 9. Grafik Korelasi Kuat Arus dan Ketebalan

Dari grafik di atas dapat kita lihat bahwa nilai dari r^2 adalah 0.673 yang mana menunjukan bahwa korelasi antara variabel kuat arus listrik dengan variabel ketebalan memiliki korelasi kuat.

PENUTUP

Simpulan

1. Besarnya kuat arus ketika proses *electroplating* berbanding lurus dengan besarnya ketebalan hasil proses *electroplating*. Hal demikian dapat dilihat pada kuat arus yang semakin tinggi, hasil pengujian ketebalan juga bertambah tinggi. Semakin besar kuat arus yang mengalir maka semakin cepat juga proses pelapisan yang menyebabkan lapisan perak lebih tebal.
2. Berdasarkan analisa menggunakan analisis regresi, pengaruh dari variabel X atau kuat arus ketika proses

pelapisan terhadap variabel Y atau ketebalan proses pelapisan mempunyai korelasi yang kuat. Hasil dari analisa menggunakan grafik regresi, maka dapat dilihat bahwa nilai dari $r^2 = 0,673$.
Interval koefisien 0,673 menunjukan bahwa antara variabel X dan Y mempunyai tingkat hubungan korelasi yang kuat.

Saran

1. Dalam pengujian menghantarkan listrik sebaiknya menggunakan tegangan yang tinggi supaya akurasi dalam pengujian lebih detail.
2. Sebaiknya peneliti mengembangkan eksperimen ini dengan memilih variasi waktu dan kuat arus yang lain supaya efektivitas dalam proses pelapisan lebih efisien.
   Sebaiknyan materi tentang *electroplating* dimasukan dalam kegiatan perkuliahan untuk menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa di bidang proses pelapisan dengan cara listrik.

DAFTAR PUSTAKA

Hadi,S.2016."Pengaruh Komposisi Larutan Kimia Dan Waktu Pelapisa Chrom Terhadap Ketebalan Dan Kekerasan Lapisan Permukaan Pada Plat Kuningan". *Jurnal Teknik Mesin,* 6 (1)

Hendra,A.2013.Macam Alloy (Alumunium) Dan Paduannya. Diambil Dari : [http://maknewsnews.blogspot.com/2013/11/macam-alloy-alluminium-dan-paduannya.html](6 Mei 2018)

Ishaq.M.2010.Fisika Dasar Eleksitas Dan Magnetisme.Tanggerang : Graha Ilmu

Ir Saleh,A.2014.*Electroplating* Teknik Pelapisan Logam Dengan Cara Listrik. Bandung:Yrama Widya

Juliansyah N. 2017. *Metodologi Penelitian Skripsi, Tesis, Disertasi, dan Karya* Ilmiah. Jakarta: Kencana.

Pamungkas,I.S.2007, Menjadi Pengusaha *Electroplating Chrome.*Andi Publisher: Jakarta Timur

Saefulloh,I,2017."Studi Analisa Kuat Arus Proses Electroplating Dengan Pelapis Nikel Cobalt Terhadap Kekerasan, Ketahanan Korosi, Dan Penambahan Tebal Baja Karbon Rendah ST41". *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 3 (2)

Schonmezt.I.A.2017.Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam. Bandung: Angkasa