

ANALISIS VARIASI WAKTU DAN TEMPERATUR PELAPISAN NIKEL – TEMBAGA TERHADAP KETEBALAN LAPISAN DAN LAJU KOROSI BAJA AISI 1020

Arif Cahyo Rochmantoro

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: arifrochmantoro16050754083@mhs.unesa.ac.id

Novi Sukma Drastiawati

Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: novidrastiawati@unesa.ac.id

Abstrak

Pipa *economizer* katel uap (*Boiler*) pada PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) mudah terkorosi yang disebabkan oleh fluidanya dan factor lingkungan disekitarnya, serta terjadi penipisan ketebalan pipa yang diakibatkan oleh elemen korosif pada air. Tujuan dari penelitian ini untuk mempelajari pengaruh temperatur dan waktu pelapisan electroplating nikel – tembaga terhadap hasil ketebalan dan laju korosi pada permukaan baja AISI 1020. Electroplating adalah sebuah elektrolisis, dimana terjadi pengendapan logam pada permukaan logam yang akan dilapisi. Logam yang dilapisi adalah AISI 1020 yang merupakan bahan untuk membuat saluran pipa katel uap (*Boiler Tube*). Electroplating menggunakan larutan Nikel dan lapisan Tembaga. Spesimen pada penelitian ini berukuran 55x30x5 (mm). Pelapisan nikel dan tembaga memiliki variasi waktu perendaman 5, 8, 10 (menit) dan variasi suhu larutan 55, 60, 65 (°C). Hasil dari electroplating ini akan diuji ketebalan lapisan yang dihasilkan dan ketahanan korosinya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan semakin besar temperatur electroplating dan waktu yang digunakan maka semakin besar nilai ketebalan dan semakin kecil nilai laju korosi untuk merusak baja AISI 1020. Pada menit ke 5 dengan temperatur 55 °c pada kedua larutan didapatkan nilai ketebalan 22.46 µm dan nilai laju korosi 0.00864 mm/year. Sedangkan pada menit ke 10 dengan temperatur 65 °c pada kedua larutan didapatkan nilai ketebalan 25.72 µm dan nilai laju korosi 0.00470 mm/year.

Kata Kunci: Baja AISI 1020, Electroplating, Variasi Ketebalan Lapisan, Laju Korosi.

Abstract

Steam boiler economizer pipes (boilers) in hydroelectric power plants (PLTA) are easily corroded caused by the fluid and surrounding environmental factors, as well as thinning of the pipe thickness caused by corrosive elements in water. The purpose of this study was to study the effect of temperature and time of nickel-copper electroplating on the results of thickness and corrosion rate on the surface of AISI 1020 steel. Electroplating is an electrolysis, in which metal deposition occurs on the surface of the metal to be coated. The coated metal is AISI 1020 which is a material for making boiler tubes. This coating uses a Nickel solution as a base layer, followed by a layer of Copper. The specimens in this study were 55x30x5 (mm). Nickel and copper plating have variations in immersion time of 5, 8, 10 (minutes) and variations in solution temperature of 55, 60, 65 (°C). The results of this electroplating will be tested for the thickness of the resulting coating and its corrosion resistance. The results of this study show that the greater the electroplating temperature and the time used, the greater the thickness value and the smaller the corrosion rate value to damage AISI 1020 steel. In the 5th minute with a temperature of 55 °c in both solutions, the thickness value is 22.46 µm and the rate value is corrosion 0.00864 mm/year. Whereas in the 10th minute with a temperature of 65 °c in both solutions, the thickness value was 25.72 µm and the corrosion rate value was 0.00470 mm/year.

Keywords: AISI 1020 Steel, Electroplating, Layer Thickness Variation, Corrosion Rate.

PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan industry penggunaan logam tidak bisa dipisahkan dari kehidupan sehari - hari, oleh karena itu logam harus memiliki tampilan indah, menarik dan tahan korosi serta khusus untuk keperluan konstruksi memerlukan kekuatan mekanis tertentu. Sehingga

dibutuhkan upaya penyelesaian tahap akhir (*finishing*) untuk mempercantik maupun melindungi logam dari bahaya kerusakan dan meningkatkan kekuatan mekanis logam. (Agung Tris, 2019) Pipa *economizer* air pada ketel uap (*Boiler tube*) dapat menyerap panas gas buang yang keluar dari super heater dengan temperatur 560 °C sebelum dibuang keatmosfir melalui cerobong. (Setia Nusa

dan Hernadi, 2016) Baja karbon rendah tipe AISI 1020 sering dipakai untuk bahan baku pipa ketel uap (*Boiler tube*). Dalam penggunaan jangka panjang baja AISI 1020 mengalami degradasi yang disebabkan korosi. (Vania dkk, 2019) Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang digunakan untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan memberikan sebuah perlakuan dengan member pelapisan permukaan logam dengan logam lain, salah satunya dengan metode elektroplating. Elektroplating yang digunakan pada pipa economizer nikel (Ni) dan tembaga (Cu). Penggunaan pelapis nikel karena nikel mempunyai sifat tahan terhadap korosi, kekuatan, dan kekerasan yang cukup. Pelapis tembaga mempunyai sifat yang mulia, tahan terhadap temperatur menengah, dan tidak mudah teroksidasi. Pelapisan nikel dan tembaga diharapkan memiliki sifat tahan korosi, tahan temperatur tinggi, dan tidak mudah teroksidasi. Variabel yang perlu diperhatikan adalah lama waktu pencelupan dan temperatur larutan. Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini membahas pengaruh temperatur dan waktu pencelupan baja AISI 1020 pada proses elektroplating terhadap ketebalan lapisan dan laju korosi untuk melindungi material dari degradasi dan kerusakan material pada temperatur tinggi. Sehingga material tersebut, memiliki lapisan yang tebal, rata, dan lapisan tersebut dapat melindungi material tersebut dari temperatur tinggi dan kerusakan dari luar.

METODE

Jenis Penelitian

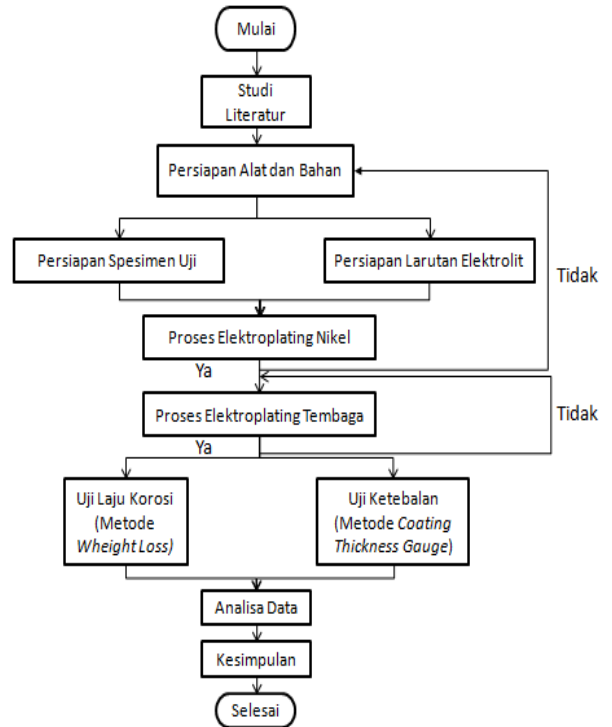
Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pengolahan data menggunakan metode kuantitatif. Dimana tujuannya adalah untuk mengetahui ketebalan dan laju korosi hasil elektroplating nikel dan tembaga terhadap material AISI 1020, dengan :

- Pengujian ketebalan dengan menggunakan metode *Coating Thickness Gauge* yang mengacu standart ASTM E376-17.
- Pengujian laju korosi dengan menggunakan metode *weight loss* yang mengacu ASTM G 31-72.

Variabel Penelitian

- **Variabel bebas**
 - Lama waktu pencelupan 5, 8, dan 10 (menit).
 - Temperatur pada larutan nikel 55, 60, dan 65 (°C).
 - Temperatur pada larutan tembaga 55, 60, dan 65 (°C).
- **Variabel Terikat**
Variabel terikat dari penelitian ini ialah nilai ketebalan dan laju korosi hasil pelapisan elektroplating pada baja AISI 1020 dengan menggunakan larutan elektrolit nikel dan tembaga.
- **Variabel Kontrol**
 - Materialnya adalah baja AISI 1020.
 - Arus 10A dan Tegangan 5V

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Flowchart Rancangan Penelitian

Peralatan dan Instrumen Penelitian

- Peralatan : Bak *plating*, *power supply*, *heater*, dan gerinda tangan
- Instrumen penelitian : *Temperature gun*, *stopwatch*, dan timbangan digital

Bahan Untuk Penelitian

- Baja AISI 1020
- Proses pembersihan spesimen : Air, soda / detergen, soda api, dan HCL
- Proses elektroplating nikel : Anoda nikel, nikel sulfat, nikel klorida, boric acid, dan aquades
- Proses elektroplating Tembaga : Anoda tembaga, tembaga sulfat, asam sulfat, dan aquades

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah mengumpulkan data dengan cara melakukan uji material pada spesimen uji, kemudian mencatat hasil data yang didapat. Pengujian yang dilakukan berupa, uji ketebalan dan uji laju korosi. Data uji ketebalan dengan metode *Coating Thickness Gauge*. Uji ketebalan memiliki 3 titik uji pada setiap spesimennya untuk mengetahui ketebalan rata rata setiap spesimen. Data Uji Laju Korosi menggunakan metode *Weight Loss* dengan memiliki data massa awal spesimen dengan satuan gram, perendaman Uji Laju Korosi menggunakan larutan aquades dan larutan HNO₃ (Acid Nitric) selama 168 Jam untuk mengetahui kehilangan massa spesimen tersebut.

Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif yang dapat memberikan data yang

valid dan dapat dipertanggung jawabkan. Pengambilan data dimulai dari perlakuan temperatur proses pelapisan dan waktu pencelupan yang kemudian diambil nilai ketebalan lapisan nikel – tembaga serta laju korosinya, data hasil tersebut akan dibuat grafik hingga hasilnya akan dibandingkan setiap variabel. Data ini dilandasi asumsi-asumsi sebagai data pendukung bahwa suatu gejala itu dapat diklasifikasikan, dan hubungan gejala bersifat kausal (sebab-akibat), maka peneliti dapat melakukan penelitian dengan memfokuskan kepada beberapa variabel.

Hipotesis

Berdasarkan uraian diatas, maka hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- **H₀**
Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada ketebalan lapisan dan laju korosi hasil elektroplating baja karbon rendah (AISI 1020) dengan pelapis nikel dan tembaga variasi waktu perendaman 5, 10, dan 15 menit dengan temperatur 55°, 60°, dan 65° C.
- **H₁**
Terdapat perbedaan yang signifikan pada ketebalan lapisan dan laju korosi hasil elektroplating baja karbon rendah (AISI 1020) dengan pelapis nikel dan tembaga variasi waktu perendaman 5, 10, dan 15 menit dengan temperatur 55°, 60°, dan 65° C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan Uji Ketebalan Lapisan

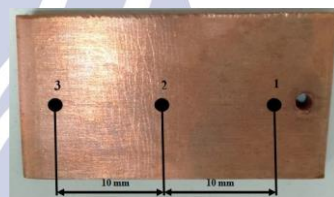
Ketebalan merupakan salah satu persyaratan penting dari suatu lapisan elektroplating. Proses pengujian menggunakan metode *Coating Thickness gauge* yang mengacu pada standart ASTM E376-17 untuk pengujian ketebalan lapisan pipa dengan metode magnetik atau listrik.

Tabel 1. Hasil Uji Ketebalan Lapisan

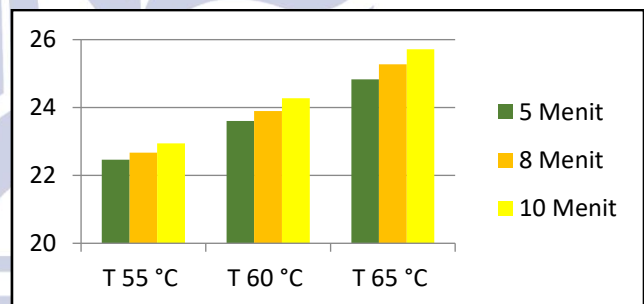
Pelapis Ni - Cu T (°C)	Pelapis Ni - Cu t (Menit)	Posisi Uji Ketebalan			Mean per-titik (µm)	Mean Pengujian (µm)
		Titik				
		1	2	3		
55	5	22.4	22.5	22.5	22.47	22.46
		22.6	22.5	22.4	22.50	
		22.4	22.5	22.3	22.40	
	8	22.7	22.7	22.8	22.63	22.67
		22.8	22.9	22.8	22.70	
		22.8	22.9	22.7	22.67	
	10	23.2	23.3	23.3	23.00	22.94
		23.3	23.4	23.3	22.90	
		23.4	23.3	23.2	22.93	
60	5	23.5	23.6	23.7	23.60	23.60
		23.4	23.7	23.6	23.57	
		23.6	23.6	23.7	23.63	
	8	23.9	24	23.8	23.90	23.90
		23.9	24	23.9	23.93	
		23.8	23.9	23.9	23.87	

10	24.2	24.3	24.3	24.27	24.27	
	24.3	24.2	24.4	24.30		
	24.2	24.3	24.2	24.23		
5	24.7	24.9	24.8	24.80	24.83	
	24.9	24.8	24.8	24.83		
	24.8	24.9	24.9	24.87		
65	8	25.2	25.2	25.3	25.23	25.27
		25.2	25.2	25.4	25.27	
		25.3	25.4	25.2	25.30	
10	25.7	25.8	25.6	25.70	25.72	
	25.6	25.7	25.9	25.73		
	25.7	25.8	25.7	25.73		

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan data hasil uji ketebalan yang dilakukan pada variasi temperatur larutan elektrolit 55 °C, 60 °C, dan 65 °C dengan lama perendaman 5 menit, 8 menit, dan 10 menit. Pengujian menggunakan tiga spesimen di setiap variabelnya, dan terdapat 3 titik pengujian pada setiap spesimennya.



Gambar 1. Titik Uji Ketebalan



Gambar 2. Hubungan Temperatur dan Waktu Elektroplating Terhadap Ketebalan Lapisan.

Nilai ketebalan hasil elektroplating nikel tembaga (Ni-Cu) dengan temperatur 55 °C dan lama perendaman 5 menit dengan nilai rata rata sebesar 22.46 µm, lama perendaman 8 menit dengan nilai rata rata sebesar 22.67 µm, dan lama perendaman 10 menit dengan nilai rata rata 22.94 µm. Nilai ketebalan hasil elektroplating nikel tembaga (Ni-Cu) dengan temperatur 60 °C dan lama perendaman 5 menit dengan nilai rata rata sebesar 23.60 µm, lama perendaman 8 menit dengan nilai rata rata sebesar 23.90 µm, dan lama perendaman 10 menit dengan nilai rata rata 24.27 µm. Nilai ketebalan hasil elektroplating nikel tembaga (Ni-Cu) dengan temperatur 65 °C dan lama perendaman 5 menit dengan nilai rata rata sebesar 24.83 µm, lama perendaman 8 menit dengan nilai rata rata sebesar 25.27 µm, dan lama perendaman 10 menit dengan nilai rata rata 25.72 µm.

Ketebalan Lapisan yang terbentuk menurut Lowenheim dapat dirumuskan:

$$\delta = \frac{W}{P \cdot A}$$

Berdasarkan rumus diatas masa jenis dan berat lapisan Ni-Cu yang dihasilkan dapat mempengaruhi luas permukaan spesimen sehingga dapat meningkatkan ketebalan lapisan yang dihasilkan. Berat lapisan yang terbentuk disebabkan pada arus listrik yang konstan dan waktu yang meningkat, pada pelapis nikel elektrolit dapat meningkatkan ion $Ni^{2+} + 2e^-$ yang tereduksi sehingga menghasilkan Ni pada permukaan katoda, dan katoda semakin banyak melepas O_2 ke elektrolit, pada pelapis tembaga elektrolit mereduksi Cu^{2+} menuju katoda sehingga menghasilkan Cu yang akan berdampak pada ketebalan lapisan pada logam induk. Peningkatan nilai ketebalan lapisan yang diiringi semakin bertambahnya temperatur mengakibatkan konduktivitas termal pada larutan elektrolit semakin meningkat sehingga menyebabkan jumlah ion Ni^{2+} pada pelapis nikel dan ion Cu^{2+} pada pelapis tembaga semakin banyak yang tereduksi dan menempel pada katoda.

Hasil dan Pembahasan Uji Laju Korosi

Uji laju korosi adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai ketahanan korosi dari suatu benda. Pengujian Laju korosi menggunakan metode *Weight loss* yang mengacu pada standart ASTM G 31-72 menggunakan larutan korosif aquades dan larutan NaCl dengan konsentrasi yang sama pada setiap spesimen yaitu 560 ml aquades dicampur dengan 16,8 gram NaCl dengan waktu pengkorosian selama 168 jam.

Tabel 2. Hasil Uji Laju Korosi

Pelapis Ni-Cu T (°C)	Pelapis Ni-Cu t (Menit)	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Kehilangan Massa (gram)	Rata Rata gram	Laju Korosi (mm/year)
55	5	60.25	59.5	0.75	0.77	0.00864
		60.3	59.45	0.85		
		60.2	59.5	0.7		
	8	62.55	61.8	0.75	0.68	0.00770
		62.45	61.85	0.6		
		62.55	61.85	0.7		
	10	63.25	62.65	0.6	0.60	0.00676
		63.2	62.55	0.65		
		63.2	62.65	0.55		
60	5	60.35	59.75	0.6	0.60	0.00676
		60.4	59.8	0.6		
		60.55	59.95	0.6		
	8	62.55	62	0.55	0.55	0.00620
		62.5	61.9	0.6		
		62.45	61.95	0.5		

10	63.25	62.75	0.5	0.48	0.00545	
	63.3	62.8	0.5			
	63.25	62.8	0.45			
5	61	60.5	0.5	0.52	0.00582	
	61.05	60.55	0.5			
	61.1	60.55	0.55			
65	8	62.65	61.9	0.75	0.50	0.00564
		62.7	62.35	0.35		
		62.7	62.3	0.4		
10	10	63.4	62.95	0.45	0.42	0.00470
		63.35	62.95	0.4		
		63.4	63	0.4		
A		59.45	58.5	0.95	0.95	0.01142

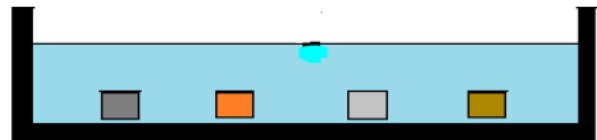
Rumus : $A = \{ 2 p.l+p.t+l.t \} - [\pi.r^2]$

Dimana : p = Panjang Balok
 l = Lebar Balok
 t = Tinggi Balok
 r = Jari Jari Lingkaran

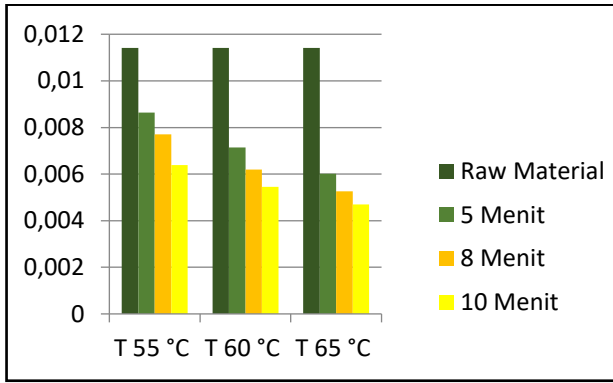
Rumus : $CR = \frac{W \cdot K}{D \cdot A \cdot T}$

Dimana : CR = Laju Korosi (mm/year)
 W = Kehilangan Massa (gram)
 K = Konstanta Faktor (mpy = 87.6)
 D = Densitas (gram/Cm3)
 A = Luas Permukaan (cm2)
 T = Waktu (Jam)

Berdasarkan tabel data hasil uji laju korosi dengan variasi temperatur larutan elektrolit 55 °C, 60 °C, dan 65 °C dengan lama perendaman 5 menit, 8 menit, dan 10 menit. Pengujian menggunakan tiga spesimen di setiap variabelnya.



Gambar 3. Pengujian *Weight Loss*



Gambar 4 Hubungan Temperatur dan Waktu Elektroplating Terhadap Laju Korosi.

Hasil laju korosi paling tinggi terjadi pada raw material (tanpa pelapisan) dengan nilai laju korosi sebesar 0.01142 mm/year, hal ini disebabkan karna spesimen tidak memiliki bahan pelindung, spesimen yang memiliki bahan pelapis juga dapat mengalami laju korosi, akan tetapi laju korosi semakin menurun seiring bertambahnya temperatur dan waktu pelapisan yang dapat dibuktikan dengan temperatur 55 °C lama perendaman 5 menit didapat nilai laju korosinya sebesar 0.00864 mm/year, lama perendaman 8 menit sebesar 0.00770 mm/year, dan lama perendaman 10 menit sebesar 0.00639 mm/year. Hasil serupa ditunjukkan pada temperatur 60 °C lama perendaman 5 menit didapat nilai laju korosinya sebesar 0.00714 mm/year, lama perendaman 8 menit didapat nilai laju korosinya sebesar 0.00620, dan lama perendaman 10 menit didapat nilai laju korosinya sebesar 0.00545 mm/year. Kemudian pada temperatur 65 °C lama perendaman 5 menit didapat nilai laju korosinya sebesar 0.00601 mm/year, lama perendaman 8 menit didapat nilai laju korosinya sebesar 0.00526 mm/year, dan lama perendaman 10 menit didapat nilai laju korosinya sebesar 0.00470 mm/year.

Berdasarkan gambar grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur dan semakin lama proses elektroplating maka nilai laju korosi yang dihasilkan menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur mengakibatkan konduktivitas termal pada larutan elektrolit semakin meningkat sehingga menyebabkan jumlah ion Ni^{2+} pada pelapis nikel dan ion Cu^{2+} pada pelapis tembaga semakin banyak yang tereduksi dan menempel pada katoda, dan semakin lama waktu yang digunakan untuk proses elektroplating maka ketahanan korosi yang dihasilkan meningkat. Artinya semakin tinggi temperatur dan semakin lama proses elektroplating maka berat lapisan Ni-Cu yang dihasilkan meningkat dan menyebabkan penetrasi dari ion NaCl yang bersifat korosif menuju baja menjadi lebih sulit. Selama proses perendaman spesimen uji akan bereaksi dengan larutan air garam (NaCl) dan lapisan terluar spesimen uji ialah tembaga (Cu) maka yang bereaksi dengan larutan NaCl terlebih dahulu Cu. Lapisan Cu semakin lama akan terlepas dari spesimen uji karena bereaksi dengan NaCl membentuk $CuCl_2$ sebagai produk korosi.

Vania dkk (2019), menyebutkan bahwa nilai laju korosi sangat berkaitan dengan ketebalan lapisannya dimana nilai laju korosi berbanding lurus dengan ketebalan lapisannya, hal ini karena semakin tebal lapisan elektroplating pada baja akan menyebabkan penetrasi dari ion-ion yang bersifat korosif menuju baja menjadi lebih sulit. Sejalan dengan ini maka vania dkk (2019), Menyimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur larutan elektrolit dan lama proses elektroplating maka nilai ketebalan dan ketahanan korosinya meningkat.

Analisa Statistik

Data hasil pengujian dianalisa statistik untuk mendapat jawaban rumusan hipotesa yang telah dibuat dengan metode anova ganda (*Two Way Anova*) menggunakan aplikasi SPSS 20. Sebelum pengujian anova, data terlebih dahulu data dipastikan berdistribusi normal, homogen, dan sampel tidak berhubungan satu sama lain (tidak homogen). Oleh karena itu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas terlebih dulu.

• **Uji Normalitas**

Hasil uji normalitas yang dihasilkan menggunakan metode residual *anova two way* untuk mengetahui masing-masing variabel berdistribusi normal. Pedoman Pengambilan keputusan sebagai berikut:

- Jika nilai sig. kurang dari 0.05 data dinyatakan berdistribusi tidak normal.
- Jika nilai sig. lebih dari 0.05 data dinyatakan berdistribusi normal.

Tabel 3. Uji Normalitas Variabel Temperatur Elektroplating Pada Uji Ketebalan

Tests of Normality							
	Temperatur	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for Y	55	.209	27	.004	.932	27	.077
	60	.204	27	.005	.935	27	.089
	65	.199	27	.007	.947	27	.179

Tabel 4. Uji Normalitas Variabel Waktu Elektroplating Pada Uji Ketebalan

Tests of Normality							
	Waktu	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for Y	5 Menit	.147	27	.141	.958	27	.334
	8 Menit	.173	27	.038	.937	27	.104
	10 Menit	.161	27	.069	.960	27	.378

Tabel 5. Uji Normalitas Variabel Temperatur Elektroplating Pada Uji Laju Korosi

Tests of Normality ^a							
	Temperatur	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for Y	55	.173	9	.200 [*]	.954	9	.733
	60	.303	9	.017	.851	9	.077
	65	.303	9	.017	.851	9	.077

Tabel 6. Uji Normalitas Variabel Waktu Elektroplating Pada Uji Laju Korosi

Tests of Normality ^a							
	Waktu	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual for Y	5 Menit	.239	9	.147	.922	9	.408
	8 Menit	.239	9	.147	.922	9	.408
	10 Menit	.303	9	.017	.851	9	.077

Tabel diatas mengacu pada hasil perhitungan alat uji normalitas Shapiro-Wilk, menurut hasil pengujian didapatkan variabel temperatur dan waktu memiliki nilai sig. diatas 0.05 sehingga dapat dikatakan bahwa data hasil pengujian ketebalan dan laju korosi berdistribusi normal.

• **Uji Homogenitas**

Uji homogenitas untuk mengetahui sampel homogeny atau tidak. Pedoman pengambilan keputusan sebagai berikut:

- Jika Nilai sig. kurang dari 0.05 data dinyatakan tidak homogeny.
- Jika Nilai sig. lebih dari 0.05 data dinyatakan homogeny.

Tabel 7. Hasil Uji Homogenitas Pada Pengujian Ketebalan Lapisan.

Levene's Test of Equality of Error Variances^{a,b}

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Ketebalan	Based on Mean	.359	8	72	.938
	Based on Median	.128	8	72	.998
	Based on Median and with adjusted df	.128	8	65.239	.998
	Based on trimmed mean	.345	8	72	.945

Tabel 8. Hasil Uji Homogenitas Pada Pengujian Laju Korosi.

Levene's Test of Equality of Error Variances^{a,b}

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Y	Based on Mean	1.909	8	18	.121
	Based on Median	.538	8	18	.813
	Based on Median and with adjusted df	.538	8	13.520	.809
	Based on trimmed mean	1.761	8	18	.152

Hasil pengujian ketebalan lapisan dan laju korosi diperoleh nilai sig. 0.8 diatas 0.05 sehingga dinyatakan homogeny, dan memenuhi syarat untuk melakukan pengujian residual *two way anova*.

• **Uji Anova**

Analisa menggunakan metode anova berganda harus memiliki hipotesa sebelum menarik sebuah simpulan, hipotesa yang diajukan adalah:

- Tidak ada perbedaan signifikan ketebalan lapisan dan laju korosi pada spesimen elektroplating nikel tembaga dengan variasi temperatur dan lama perendaman proses elektroplating.
- Terdapat perbedaan yang signifikan ketebalan lapisan dan laju korosi pada spesimen elektroplating nikel tembaga dengan variasi temperatur dan lama perendaman proses elektroplating.

Tabel 9. Hasil Uji Anova Pengujian Ketebalan Lapisan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ketebalan

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	96.931 ^a	8	12.116	1677.658	.000
Intercept	46507.319	1	46507.319	6439474.889	.000
X1	90.286	2	45.143	6250.581	.000
X2	6.282	2	3.141	434.889	.000
X1 * X2	.363	4	.091	12.581	.000
Error	.520	72	.007		
Total	46604.770	81			
Corrected Total	97.451	80			

Tabel 10. Hasil Uji Anova Pengujian Ketebalan Lapisan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Y

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.475 ^a	9	.053	27.158	.000
Intercept	6.573	1	6.573	3380.227	.000
X1	.181	2	.090	46.476	.000
X2	.109	2	.055	28.048	.000
X1 * X2	.006	4	.001	.762	.564
Error	.035	18	.002		
Total	10.058	28			
Corrected Total	.510	27			

Nilai sig. X1 dan X2 pada tabel 9 dan 10 adalah 0.000. Berdasarkan nilai sig. pada tabel diatas, dapat ditarik keputusan H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga terdapat pengaruh signifikan antara variasi temperatur larutan dan lama perendaman elektroplating terhadap hasil ketebalan lapisan dan laju korosi.

PENUTUP

Simpulan

Hasil penelitian ini didapatkan pengaruh lama proses pencelupan dan temperatur larutan elektroplating terhadap ketebalan lapisan dan laju korosi baja AISI 1020, yaitu :

- Besar temperatur dan lama waktu perendaman pada proses elektroplating Ni-Cu sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan logam. Pada lama waktu proses elektroplating yang sama dan luas permukaan benda kerja yang sama, dimana temperatur yang digunakan meningkat maka ketebalan lapisan Ni-Cu semakin naik. Begitu juga sebaliknya, dengan besar temperatur konstan dan luas permukaan spesimen yang sama, dengan lama proses elektroplating yang digunakan semakin meningkat maka ketebalan lapisan hasil elektroplating Ni-Cu semakin meningkat.
- Seiring meningkatnya nilai ketebalan lapisan Ni-Cu maka spesimen memiliki nilai ketahanan korosi semakin baik. Pada lama waktu proses elektroplating yang sama dan luas permukaan benda kerja yang sama, dimana temperatur yang digunakan meningkat maka nilai laju korosinya semakin turun. Begitu juga sebaliknya, dengan besar temperatur konstan dan luas permukaan spesimen yang sama, dengan lama proses elektroplating yang digunakan semakin meningkat maka nilai laju korosinya semakin turun.

Saran

Dari simpulan diatas terdapat saran yang dapat peneliti sampaikan sebagai berikut :

- Proses pembersihan dan pemolesan dilakukan secara cermat sampai permukaan benda kerja terlihat halus dan rata tanpa ada goresan atau bintik-bintik kecil yang masih melekat pada permukaan spesimen.
- Variabel terikat penelitian ini adalah uji ketebalan lapisan dan laju korosi pada pipa *Boiler Tube* , sehingga pada penelitian selanjutnya untuk melakukan pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop elektron supaya mengetahui struktur spesimen yang menalami korosi dan tidak mengalami korosi.
- Variabel terikat penelitian ini adalah uji ketebalan lapisan dan laju korosi pada pipa *Boiler Tube*, sehingga pada penelitian selanjutnya pada proses laju korosi sebaiknya dilakukan ditempat yang berbeda pada setiap spesimennya supaya terhindar dari kejenuhan larutan korosifnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung T. M. 2018. Pengaruh Variasi Waktu Elektroplating Tembaga, Nikel, dan Tembaga-Nikel-Ferro Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah.
- Aisyah, Ediman, Yayat. 2017. Pengaruh Waktu Elektroplating Terhadap Laju Korosi Baja AISI 1020 Dalam Medium Korosif NaCl 3%. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. Vol. 05 (2): hal 205-211.
- Andhi S. P, Hani P, Nani M. 2018. Pengaruh Variasi Temperatur Elektroplating Terhadap Ketebalan Lapisan Nikel Baja ST37. *Jurnal Mer-C*. Vol. 1 (2): hal ...
- ASM handbook. 1993. *Properties and Selection: Iron Steel and High Performance Alloys*. Tenth Edition. Metals handbook. Vol. 6.
- ASTM Intenasional . 2017. *Standard Practice for Measuring Coating Thickness by Magnetic-Field or Eddy Current (Electromagnetic) Testing Methods*, (Online),(ASTM E376 - 17 Standard Practice for Measuring Coating Thickness by Magnetic-Field or Eddy Current (Electromagnetic) Testing Methods).
- ASTM Internaional. 2004. *ASTM G31-72: Standard Practive for Laboratory Immersion Corrosion Tseting of Metals*. United States.
- Ferry, Siska, Teguh. 2019. Kehilangan Massa Pada Larutan HCL dan NaCl Baja Karbon Rendah Hasil Elektroplating Tembaga-Nikel. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*. Vol. 4 (1): hal 15-20.
- Gandy, D. 2007. *Carbon Steel Handbook*. California: KEPRI.
- Ratna N. 2017. Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Elektroplating Cu-Mn Terhadap Laju Korosi Baja Aisi 1020 Dalam Medium Korosi NaCl 3%.
- Setiawan Adi, Sulisty. 2017. Pelapisan Stainless Steel AISI 304 Menggunakan Nikel (Ni) Melalui Proses Elektroplating. *Jurnal Teknik Mesin S1*. Vol. 5 (1): hal 16-24.

- Setia Nusa, Hernadi. 2016. Penipisan Pipa Ketel Akibat Elemen Korosif Air . Jurnal M.I. Mat. Konst. Vol. 16: hal 17-27.
- Vania M. P, Sulistijono, Irfan P, Hidayat, dan Handis Z. 2019. Pengaruh Variasi Waktu dan Temperatur Elektroplating Seng Terhadap Ketebalan, Kekuatan Lekat dan Ketahanan Korosi pada Baja. Jurnal Teknik ITS. Vol. 8 (2): hal 218-223.
- Viktor M., Nelson S. L.. 2011. Pengaruh Variasi Waktu dan Konsentrasi Larutan NaCl Terhadap Kekerasan dan Laju Korosi Dari Lapisan Nikel Elektroplating Pada Permukaan Baja Karbon Sedang. Jurnal Penelitian Universitas Gadjah Mada.
- Yusrul, Helmy, Sri Mulyono. 2017. Pengaruh Waktu Pelapisan Elektroplating Nikel-Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan Lapisan. Jurnal Momentum. Vol. 13 (1): hal 7-10.

