

**PENGARUH TEGANGAN DAN WAKTU ELEKTROPLATING TEMBAGA DAN NIKEL TERHADAP LAJU KOROSI PADA BAJA KARBON RENDAH**

*EFFECT OF ELECTROPLATING VOLTAGE AND TIME OF COPPER AND NICKEL ON CORROSION RATE IN LOW CARBON STEEL*

**Alexander Eldo Prabowo, Hari Rarindo, Syamsul Hadi, Agus Sujatmiko dan Agus Hardjito**

Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang  
 E-mail: [alexandereldop@gmail.com](mailto:alexandereldop@gmail.com), [harirarindo@gmail.com](mailto:harirarindo@gmail.com), [samsul.hadi@polinema.ac.id](mailto:samsul.hadi@polinema.ac.id),  
[Agussujadmiko@polinema.ac.id](mailto:Agussujadmiko@polinema.ac.id) dan [agushardjito@polinema.ac.id](mailto:agushardjito@polinema.ac.id)

**Abstrak**

Pada dasarnya, baja karbon rendah memiliki kandungan karbon kurang dari 0,25% C. baja karbon rendah adalah jenis yang paling umum dengan harganya yang relatif rendah serta jenis baja yang dapat diaplikasikan pada banyak hal. Electroplating merupakan salah satu cara untuk melindungi sebuah logam untuk membatasi dari interaksi dengan lingkungan luar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang terjadi akibat adanya variasi waktu dan tegangan elektroplating tembaga, nikel dan tembaga-nikel terhadap laju korosi pada baja karbon rendah. Pada penelitian ini pelapisan tembaga menggunakan variasi tegangan 6 V, 9 V, 12V dan variasi waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit dan pada pelapisan nikel menggunakan variasi tegangan 6 V, 8 V, 10V dan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit sedangkan pada pelapisan tembaga-nikel menggunakan variasi tegangan 6 V, 8 V, 10V dan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit. Pada penelitian ini baja karbon rendah dengan ukuran 50 mm x 20 mm x 1 mm sebagai katoda dan larutan NaCl sebagai elektrolit. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa adanya pengaruh variasi waktu dan tegangan electroplating terhadap laju korosi dengan nilai paling tinggi 1,473 mm/year pada electroplating tembaga dengan tegangan 12 V selama 15 menit. Pada electroplating nikel nilai paling tinggi 1,376 mm/year dengan tegangan 10 V selama 45 menit dan pada electroplating tembaga-nikel nilai paling tinggi 1,362 mm/year dengan tegangan 10V selama 45 menit.

**Kata kunci:** *Electroplating, laju korosi, tembaga, nikel, waktu, tegangan*

**Abstract**

Basically, low carbon steel has a carbon content of less than 0.25% C. Low carbon steel is the most common type with a relatively low price and a type of steel that can be applied to many things. Electroplating is one way to protect a metal to limit it from interaction with the outside environment. This study aims to determine the effect that occurs due to variations in the time and voltage of copper, nickel and copper-nickel electroplating on the corrosion rate of low carbon steel. In this study, copper plating uses a voltage variation of 6 V, 9 V, 12V and a time variation of 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes and nickel plating uses a voltage variation of 6 V, 8 V, 10V and a time variation of 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes. minutes while the copper-nickel plating uses a voltage variation of 6 V, 8 V, 10V and a time variation of 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes. In this study low carbon steel with a size of 50 mm x 20 mm x 1 mm as cathode and NaCl solution as electrolyte. The results of this study conclude that there is an effect of variations in time and electroplating voltage on the corrosion rate with the highest value of 1.473 mm/year on copper electroplating with a voltage of 12 V for 15 minutes. In nickel electroplating the highest value is 1.376 mm/year with a voltage of 10 V for 45 minutes and in copper-nickel electroplating the highest value is 1.362 mm/year with a voltage of 10 V for 45 minutes.

**Keywords:** *Electroplating, corrosion rate, copper, nickel, time, voltage*

**I. PENDAHULUAN**

Seiring berkembangnya zaman khususnya dalam perkembangan industri kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi logam tidak bisa

terlepas dari kehidupan manusia. Pada umumnya baja yang dipergunakan ialah baja karbon rendah. Hal ini disebabkan karena baja karbon memiliki sifat mekanik yang baik dan juga harga ekonomis.

Penggunaan yang berinteraksi secara terus menerus dengan lingkungan menyebabkan logam tersebut sangat rentan terhadap korosi di lingkungan udara, air, atau tanah. Logam tersebut mendapatkan pengerjaan akhir atau finishing agar terhindar dari korosi perlu adanya proses *electroplating*. Nikel dan tembaga merupakan logam yang banyak digunakan dalam industri pelapisan logam.

**A. Baja**

Pada dasarnya, semua baja adalah paduan dari besi dan karbon. Baja karbon memiliki jumlah dengan persentase rendah dari mangan dan silikon serta mengandung fosfor dan sulfur yang juga rendah. Baja karbon dapat diklasifikasikan sesuai dengan jumlah kandungan karbonnya, yaitu baja karbon rendah memiliki kandungan karbon kurang dari 0,25% C, baja karbon sedang memiliki 0.30% sampai 0.60% C, baja karbon tinggi memiliki lebih dari 0.60% C. Bahan yang sering digunakan dalam proses *elektroplating* adalah baja karbon rendah. Selain mempunyai sifat yang mudah di tempa dan di mesin baja karbon rendah juga banyak di dimanfaatkan dalam industri pengolahan bahan.

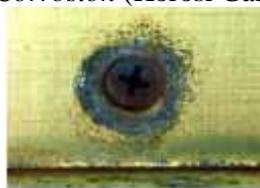
**B. Korosi**

Korosi adalah serangan yang merusak logam melalui reaksi kimia atau elektrokimia yang terjadi dengan lingkungannya. Kerusakan fisik tidak disebut korosi, tetapi digambarkan sebagai erosi, *galling*, atau aus. Kerusakan pada selain logam, tidak termasuk dalam definisi korosi. Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi, maupun jenis material yang diserang, menurut Halwan (2010) korosi terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya yaitu:

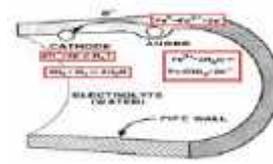
- *Uniform/General Corrosion* (Korosi Menyeluruh)



- *Galvanic Corrosion* (Korosi Galvanik)



- *Selective Leaching Corrosion*



- *Crevice Corrosion* (Korosi Celah)



- *Pitting Corrosion* (Korosi Sumuran)



- *Intergranular Corrosion*



- *Errosion Corrosion* (Korosi Erosi)



- Korosi Mikroba



- *Fatigue Corrosion* (Korosi Lelah)



Berdasarkan lingkungannya, korosi dapat dibedakan ke dalam dua kategori yaitu:

1. Korosi Lingkungan Gas (*Dry Corrosion*)
2. Korosi Lingkungan Cairan (*Wet Corrosion*)

Berdasarkan suhu korosif, korosi dibedakan menjadi dua, yaitu:

- 1) Korosi Suhu Tinggi (*High Temperature Corrosion*)
- 2) Korosi Biasa/Suhu Kamar (*Normal Temperature Corrosion*)

### C. Laju Korosi

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu.

Dalam pengukuran laju korosi (*corrosion rate*) secara eksperimen dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu:

#### 1. Metode Elektrokimia

Metode elektrokimia adalah metode mengukur laju korosi dengan mengukur beda potensial objek hingga didapat laju korosi yang terjadi, metode ini mengukur laju korosi pada saat diukur saja dimana memperkirakan laju tersebut dengan waktu yang panjang (memperkirakan walaupun hasil yang terjadi antara satu waktu dengan waktu lainnya berbeda).

Metode elektrokimia ini menggunakan rumus yang didasari pada Hukum Faraday yaitu menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CR = \frac{BA \cdot i \cdot t}{n \cdot F}$$

dimana:

CR = Laju Korosi (gram)

BA = Berat Atom

I = Besar arus yang mengalir (Coulomb/detik)

T = Lama reaksi (detik)

n = Banyaknya elektron

F = Bilangan Faraday (96500 Coulomb/detik)

#### 2. Metode kehilangan berat (*Weight Loss*)

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi.

Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut:

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

dimana:

CR= Laju Korosi (mm/year)

W = Kehilangan Massa (gram)

K= Konstanta Faktor (mm/year = 87,6)

D = Densitas (gram/cm<sup>3</sup>)

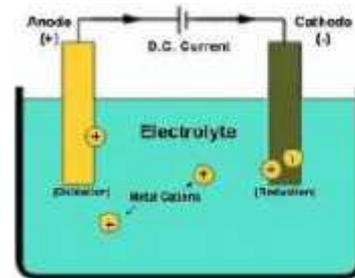
A = Luas Permukaan (cm<sup>2</sup>)

T = Waktu (jam)

### D. Elektroplating

*Elektroplating* adalah merupakan suatu proses pengendapan zat atom ion-ion logam pada elektroda katoda (negatif) secara elektrolisis menggunakan arus listrik searah dc (*direct current*). Pelapisan logam dengan metode elektroplating merupakan salah satu cara untuk melindungi sebuah logam untuk membatasi dari interaksi dengan lingkungan luar. Interaksi yang dimaksud yaitu antara lain usia kendaraan, terik matahari, interaksi dengan air hujan, udara, panas, dan zat-zat kimia yang ada di lingkungan.

Proses *elektroplating* dilakukan dalam bejana yang disebut sel elektrolisis berisi cairan elektrolit/rendaman (*bath*). Pada rendaman ini tercelup paling tidak dua elektroda yang masing-masing dihubungkan dengan arus listrik, terbagi menjadi kutub positif (+) dan negatif (-), dikenal sebagai anoda (+) dan katoda (-).



Gambar 1. Skema *Elektroplating* Sederhana

Pelapisan logam dengan listrik merupakan rangkaian dari arus listrik, elektroda (anoda dan katoda), larutan elektrolit dan benda kerja yang ditempatkan sebagai katoda. Keempat gugusan ini disusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu rangkaian sistem lapis listrik dengan rangkaian sebagai berikut:

Anoda dihubungkan pada kutub positif dari sumber listrik

Katoda dihubungkan pada kutub negatif dari sumber listrik

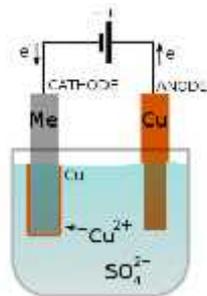
Anoda dan katoda direndamkan dalam larutan elektrolit

Dalam proses *elektroplating* agar mendapatkan hasil dan kualitas yang baik harus

memperhatikan rapat arus, tegangan, temperature, waktu pelapisan, jarak anoda dan PH larutan.

E. Pelapisan Tembaga

Tembaga mempunyai sifat lunak dan ulet, tidak terlalu teroksidasi oleh udara. Karena sifatnya pula yang elektropositif (mulia), tembaga mudah diendapkan oleh logam yang deret daya gerak listriknya lebih tinggi semisal besi. Plating tembaga mudah dilakukan demikian pula dengan larutannya yang mudah dikontrol. Tembaga bagus digunakan sebagai lapisan dasar sebelum plating berikutnya.



Gambar 2. Skema Proses *Elektroplating* Tembaga

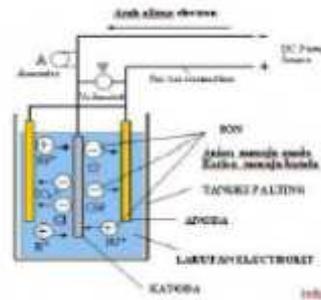
Pada proses *elektroplating* terhadap baja karbon rendah yang akan dilapisi tembaga, maka elektrolit yang digunakan adalah elektrolit tembaga (CuSO<sub>4</sub>) dengan anoda tembaga (Cu).

Saat proses *elektroplating*, pada anoda dan katoda terjadi perubahan potensial akibat adanya aliran arus listrik searah, sehingga anoda tembaga akan terurai ke dalam media larutan elektrolit yang mengandung ion-ion tembaga, yang akhirnya bergerak ke katoda dan menempel kuat. Untuk larutan elektrolit yang digunakan pada proses pelapisan tembaga dibagi menjadi dua yaitu jenis basa (tembaga sianida dan tembaga *pyrophosphat*) dan jenis asam (tembaga sulfat dan tembaga *fluoborat*).

F. Pelapisan Nikel

Pelapisan nikel pada besi banyak sekali dilaksanakan baik untuk tujuan pencegahan karat ataupun untuk menambah keindahan. Dengan hasil lapisannya yang mengkilap maka dari segi ini nikel adalah paling banyak diinginkan untuk melapis permukaan.

Nikel mempunyai berat jenis sedang dalam deretan logam berst dengan titik leleh dan titik didih agak tinggi, yaitu berat jenis 8,9 gr/cm<sup>3</sup>, titik leleh 1.455 °c dan titik didih 2900 °c logam bersifat keras, dapat ditempa dan dapat dibengkokkan.



Gambar 3. Skema Proses *Elektroplating* Nikel

Adapun larutan elektrolit dalam pelapisan nikel terbagi menjadi 6 yaitu larutan watt's, larutan nikel sulfat, larutan nikel klorida tinggi, larutan sulfamat, larutan nikel fluoborat, dan larutan nikel hitam.

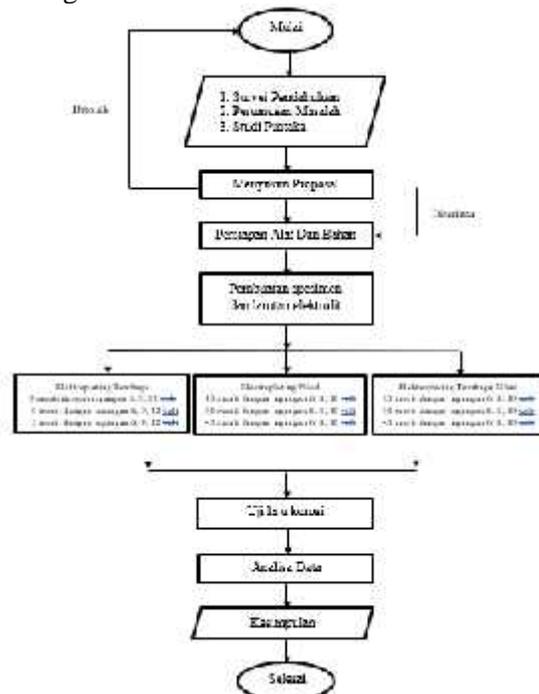
II. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang dan waktu penelitian dimulai Februari sampai dengan April 2021.

A. Variabel Penelitian

Variabel yang diteliti adalah variasi waktu dan tegangan *elektroplating* pada tembaga, nikel dan tembaga-nikel yang berdampak pada laju korosi.melalui perhitungan dari selisih berat antara sebelum dan sesudah *elektroplating* kemudian dilanjutkan dengan menghitung berat antara sebelum dan sesudah pengujian laju korosi.

B. Diagram Alir Penelitian



C. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan penelitian: Alat *Elektroplating* (*Rectifier*), *Hot plate* dan *magnetic stirrer*, wadah plastic, kabel penghubung, gelas ukur, gerinda potong, *hair dyer*, amplas, jangka sorong, timbangan digital, pipet ukur, penggaris, *stopwatch*.

Bahan penelitian: Baja karbon rendah (ST 37) 27 buah dengan ukuran 50 mm x 20 mm x 1 mm, CuSO<sub>4</sub> (Tembaga Sulfat), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Asam sulfat), Natrium Hidroksida (NaOH) atau soda api, HCL, sulfat, Alkohol 96%, nikel chlorid, asam borat, autosol dan aquades.

D. Metode Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

Persiapan benda kerja yaitu pemotongan benda kerja baja karbon rendah ST37 menjadi ukuran 50 mm x 20 mm X 1 mm.

Manual *cleaning* dilanjutkan pencucian spesimen menggunakan air yang mengalir dengan ditambah sabun.

Proses pembersihan secara kimia yaitu *degreasing* dan *pickling*

Melakukan proses *electroplating* terhadap spesimen dengan variable 6 V, 8 V, 9 V, 10 V, 12 V dan variasi waktu yang digunakan 5 menit, 10 menit 15 menit, 30 menit, 45 menit. Pelapisan dilakukan di dalam larutan elektrolit untuk pelapisan tembaga menggunakan asam sulfat dan pelapisan nikel menggunakan nikel watt's.

Bahan pelapis sebagai anoda yaitu tembaga dan nikel.

Setelah pelapisan selesai dilakukan pembersihan dengan menggunakan alkohol 96% dan pembilasan dengan air.

Melakukan penimbangan berat akhir untuk menghitung ketebalan lapisan yang terbentuk.

Melakukan pengujian laju korosi untuk seluruh spesimen termasuk spesimen yang tidak dilapis. Laju korosi dilakukan dengan menggunakan larutan HCL 3,5% dan pengkorosian dilakukan selama 60 menit.

Melakukan pembersihan setelah proses pengkorosian dan dilanjutkan dengan menghitung laju korosi berdasarkan pengurangan berat setiap spesimen.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan data-data hasil penelitian dapat dilakukan analisis sebagai berikut:

1. Spesimen Hasil *Elektroplating*



Gambar 4. Spesimen *Elektroplating* Tembaga (Cu)



Gambar 5. Spesimen *Elektroplating* Nikel (Ni)



Gambar 6. Spesimen *Elektroplating* Tembaga-Nikel (Cu-Ni)

Tabel 3.1 Data Perubahan Massa Spesimen *Elektroplating* Tembaga

No	beban	Massa Awal (gram)	Tegangan (Volt)	Waktu	Massa (gram)	Δ Massa (gram)
1	1A	8,42	6	5 menit	8,44	0,02
2	1B	8,41		10 menit	8,47	0,06
3	1C	8,41		15 menit	8,49	0,08
4	2A	8,40	9	5 menit	8,45	0,05
5	2B	8,41		10 menit	8,49	0,08
6	2C	8,41		15 menit	8,51	0,10
7	3A	8,42	12	5 menit	8,49	0,07
8	3B	8,42		10 menit	8,54	0,12
9	3C	8,41		15 menit	8,59	0,18

Tabel 3.2 Data Perubahan Massa Spesimen *Elektroplating* Nikel

No.	Spesimen	Massa Awal (gram)	Tegangan (Volt)	Waktu	Massa (gram)	Δ Massa (gram)
1	4A	8,40	6	15 menit	8,43	0,03
2	4B	8,40		30 menit	8,48	0,08
3	4C	8,41		45 menit	8,53	0,12
4	5A	8,42	8	15 menit	8,47	0,05
5	5B	8,40		30 menit	8,50	0,10
6	5C	8,40		45 menit	8,57	0,17
7	6A	8,41	10	15 menit	8,47	0,06
8	6B	8,40		30 menit	8,54	0,14
9	6C	8,41		45 menit	8,60	0,19

Tabel 3.3 Data Perubahan Massa Spesimen *Elektroplating Tembaga-Nikel*

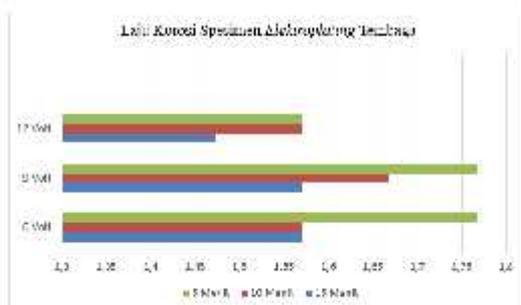
No	Spesimen	Massa Awal (gram)	Tegangan (Volt)	Waktu	Massa (gram)	Δ Massa (gram)
1.	7A	8,43	0	15 menit	8,46	0,03
2.	7B	8,46		30 menit	8,52	0,06
3.	7C	8,49		45 menit	8,58	0,09
4.	8A	8,47	0	15 menit	8,51	0,04
5.	8B	8,49		30 menit	8,56	0,07
6.	8C	8,50		45 menit	8,61	0,11
7.	9A	8,47	10	15 menit	8,52	0,05
8.	9B	8,52		30 menit	8,60	0,08
9.	9C	8,58		45 menit	8,69	0,11

Hasil penimbangan berat setelah spesimen mengalami elektroplating seperti pada tabel di atas menunjukkan bahwa semakin besar tegangan dan waktu pada proses elektroplating, maka semakin besar juga penambahan massa yang terjadi pada spesimen. Kenaikan kuat arus listrik dalam pelapisan yang mengalir maka akan menyebabkan jumlah ion-ion semakin banyak, sehingga ion logam pelapis yang terlepas dari larutan semakin banyak dan mengendap di katoda.

2. Hasil Uji Laju Korosi

Tabel 4.5 Data Uji Laju Korosi Spesimen *Elektroplating Tembaga*

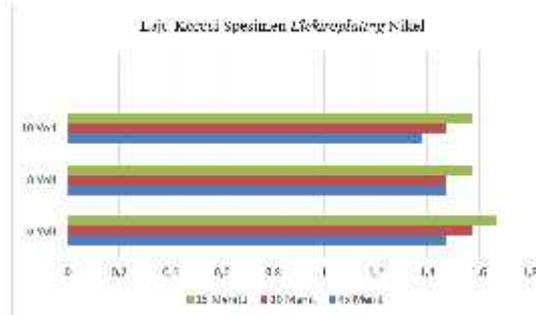
No	Spesimen	Massa Awal (gram)	Tegangan (Volt)	Waktu Uji Korosi (jam)	Waktu Uji Korosi (menit)	Massa (gram)	Δ Massa (gram)	Laju Korosi (mm/year)
1.	1A	3,44	0	5 menit	30 menit	3,46	0,02	1,098
2.	1B	3,45		10 menit	30 menit	3,51	0,06	1,571
3.	1C	3,49		15 menit	30 menit	3,55	0,06	1,571
4.	2A	3,45	5	5 menit	30 menit	3,55	0,10	1,567
5.	2B	3,49		10 menit	30 menit	3,59	0,10	1,660
6.	2C	3,51		15 menit	30 menit	3,65	0,14	1,921
7.	3A	3,49	10	5 menit	30 menit	3,63	0,14	1,571
8.	3B	3,54		10 menit	30 menit	3,68	0,14	1,571
9.	3C	3,59		15 menit	30 menit	3,74	0,15	1,675



Gambar 7. Grafik Laju Korosi Spesimen *Elektroplating Tembaga*

Tabel 4.6 Data Uji Laju Korosi Spesimen *Elektroplating Nikel*

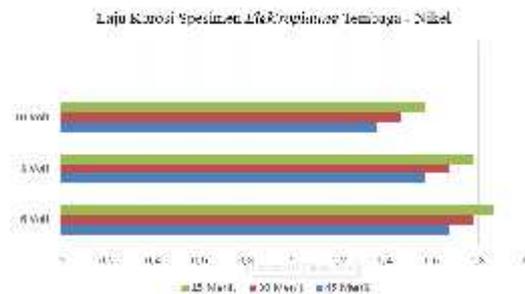
No	Spesimen	Massa Awal (gram)	Tegangan (Volt)	Waktu Uji Korosi (jam)	Waktu Uji Korosi (menit)	Massa (gram)	Δ Massa (gram)	Laju Korosi (mm/year)
1.	4A	8,43	5	15 menit	30 menit	8,50	0,07	1,477
2.	4B	8,48		10 menit	30 menit	8,52	0,04	1,178
3.	4C	8,53		45 menit	30 menit	8,58	0,05	1,178
4.	5A	8,47	8	15 menit	30 menit	8,51	0,04	1,178
5.	5B	8,51		30 menit	30 menit	8,56	0,05	1,477
6.	5C	8,57		45 menit	30 menit	8,67	0,10	1,477
7.	6A	8,47	10	15 menit	30 menit	8,52	0,05	1,178
8.	6B	8,57		30 menit	30 menit	8,64	0,07	1,477
9.	6C	8,60		45 menit	30 menit	8,66	0,06	1,178



Gambar 8. Grafik Laju Korosi Spesimen *Elektroplating Nikel*

Tabel 4.7 Data Uji Laju Korosi Spesimen *Elektroplating Tembaga - Nikel*

No	Spesimen	Massa Awal (gram)	Tegangan (Volt)	Waktu Uji Korosi (jam)	Waktu Uji Korosi (menit)	Massa (gram)	Δ Massa (gram)	Laju Korosi (mm/year)
1.	2A	8,46	0	15 menit	45 menit	8,52	0,06	1,098
2.	2B	8,52		30 menit	45 menit	8,55	0,03	1,178
3.	2C	8,58		45 menit	45 menit	8,62	0,04	1,178
4.	3A	8,51	5	15 menit	45 menit	8,57	0,06	1,178
5.	3B	8,59		30 menit	45 menit	8,60	0,01	1,178
6.	3C	8,61		45 menit	45 menit	8,66	0,05	1,178
7.	4A	8,57	10	15 menit	45 menit	8,62	0,05	1,178
8.	4B	8,60		30 menit	45 menit	8,66	0,06	1,460
9.	4C	8,69		45 menit	45 menit	8,76	0,07	1,178



Gambar 9. Grafik Laju Korosi Spesimen *Elektroplating Tembaga - Nikel*

Hasil penimbangan berat setelah spesimen mengalami elektroplating seperti pada tabel di atas menunjukkan bahwa semakin besar tegangan dan waktu proses *elektroplating* pada spesimen, maka semakin kecil juga penurunan massa yang terjadi pada spesimen. Hal ini menunjukkan bahwa proses pelapisan dengan sedikit waktu mengakibatkan laju korosi semakin tinggi, begitu juga dengan pelapisan menggunakan waktu yang lama, semakin banyak waktu hasil laju korosi semakin baik, karena semakin lama proses pelapisan, maka semakin banyak pula lapisan nikel yang menempel pada spesimen atau benda yang dilapisi.

**IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan data hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

Kesimpulan

Terdapat pengaruh variasi tegangan dan waktu terhadap laju korosi spesimen *elektroplating* tembaga pada baja karbon rendah ST37 dalam larutan korosif HCl 3,5%. Spesimen dengan tegangan 12 volt dan waktu pelapisan selama 15 menit memiliki ketahanan korosi yang paling tinggi dibandingkan dengan spesimen lainnya dengan nilai laju korosi sebesar 1,473 mm/year.

Terdapat pengaruh variasi tegangan dan waktu terhadap laju korosi spesimen *elektroplating* nikel pada baja karbon rendah ST37 dalam larutan korosif HCl 3,5%. Spesimen dengan tegangan 10 volt dan waktu pelapisan selama 45 menit memiliki ketahanan korosi yang paling tinggi dibandingkan dengan spesimen lainnya dengan nilai laju korosi sebesar 1,376 mm/year.

Terdapat pengaruh variasi tegangan dan waktu terhadap laju korosi spesimen *elektroplating* tembaga - nikel pada baja karbon rendah ST37 dalam larutan korosif HCl 3,5%. Spesimen dengan tegangan 10 volt dan waktu pelapisan selama 45 menit memiliki ketahanan korosi yang paling tinggi dibandingkan dengan spesimen lainnya dengan nilai laju korosi sebesar 1,362 mm/year.

#### Saran-saran

Penelitian selanjutnya mengenai Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu *Elektroplating* Tembaga dan Nikel Terhadap Laju Korosi, diharapkan dilakukan pengujian lainnya seperti pengujian ketebalan lapisan. Sehingga data yang didapat lebih valid dan menjadi referensi sebagai tolak ukur untuk hasil proses *elektroplating*.

Melakukan penelitian dengan variasi rapat arus pada proses *elektroplating* untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung. (2018). Pengaruh Variasi Waktu Elektroplating Tembaga , Nikel Dan Tembaga – Nikel – Ferro Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah. 40-55.
- [2] Aisiyah Putri Sandi, E. G. (2017). Pengaruh Waktu Elektroplating Terhadap Laju Korosi Baja AISI 1020 Dalam Medium Korosif NaCl 3%. 210.
- [3] Basmal, dkk. 2012. Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga – Nikel Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan dan Nilai Kekasaran. Jurnal Tesis Universitas Diponegoro Semarang.
- [4] Charles Manurung, S. (2017). Pengaruh Kuat Arus Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Laju Korosi (Mpy). 5.
- [5] Febryan, dkk. 2012. Pengaruh pH Larutan Elektrolit Terhadap Tebal Lapisan Elektroplating Nikel Pada Baja ST 37. Jurnal Penelitian Universitas Negeri Surabaya.
- [6] Purwanto dan Huda, 2005. Teknologi Industri Elektroplating. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [7] Rarindo Hari. 2018. Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) : Suatu Analisis Studi Kasus Kecelakaan Kerja Di Pabrik, Kebijakan Hukum Dan Peraturannya. Jurnal Teknologi: Jurnal Ilmiah Fakultas Sains Dan Teknik. Vol (1): Hal 40-49.
- [8] Ridlwan, A Suyuti., Hadromi. 2016. Pengaruh Jarak Anoda Katoda Teknik Elektroplating Seng Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Hasil Lapisan. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- [9] Saleh A. Azhar. 2008. Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik. Bandung: Yrama Widya.
- [10] Saleh A. Azhar. 2014. Elektroplating Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik. Bandung: Yrama Widya.
- [11] Santoso, M. (2020). Laju Korosi Pelapisan Krom Dan Nikel Dengan Proses Elektroplating Pada Baja Karbon Rendah. 30-50.
- [12] Sindhi Danar Pratama, A. M. (2018). Analisis Pelapisan Nikel-Krom Terhadap Laju Korosi Pada Knalpot Sepeda Motor. 211-213.
- [13] Supriyatna, Y. I. (2017). Pengaruh Rapat Arus Dan Waktu Elektroplating Cu-Mn Terhadap. 2-6.
- [14] Viktor Malau, N. S. (2011). Pengaruh Variasi Waktu Dan Konsentrasi Larutan Nacl Terhadap Kekerasan Dan Laju Korosi Dari Lapisan Nikel Elektroplating Pada Permukaan Baja Karbon Sedang. 150-151.
- [15] Zamzuri. (2018). Pengaruh Suhu Dan Rapat Arus Pelapisan Terhadap Laju Korosi Pada Hasil Elektroplating Nickel Watts Baja Karbon Rendah Menggunakan. 30-45.