

# Optimasi Electroplating Nikel Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Ketahanan Korosi Menggunakan Metode *Immersion Corrosion Test* Dengan Cairan NaCl 3,5%

Fakhri Amadika, Muhammad. Setyawan, Eko Yohanes  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang  
Malang, Jawa timur, Indonesia  
Email: [m.fakhriamadika@gmail.com](mailto:m.fakhriamadika@gmail.com)

## ABSTRAK

Electroplating atau pelapisan listrik menggunakan bahan dasar nikel digunakan untuk memperbaiki sifat fisik seperti ketahanan aus, ketahanan panas atau ketahanan korosi. Pelapisan listrik berbahan dasar nikel dapat diaplikasikan pada benda kerja seperti baja. Dalam penelitian ini, spesimen yang digunakan adalah baja karbon rendah (memiliki dimensi 100mm x 40mm x 5mm) dan variabel bebas proses electroplating yang digunakan adalah waktu (30 menit, 40 menit 50 menit) dan tegangan (3V, 4V, 5V) dan pengujian ketahanan korosi dilakukan menggunakan metode *Immersion Corrosion Test* dengan cairan NaCl 3,5% yaitu dengan cara direndam dan waktu perendaman pada cairan ini adalah 10 hari atau 240 jam. Setelah dilakukan proses electroplating, pada spesimen variabel bebas waktu dihasilkan lapisan 183  $\mu\text{m}$ , 188  $\mu\text{m}$ , 190  $\mu\text{m}$  dan pada spesimen variabel bebas tegangan dihasilkan lapisan 192  $\mu\text{m}$ , 196,5  $\mu\text{m}$ , 208,5  $\mu\text{m}$ . Dari lapisan yang dihasilkan, semakin lama waktu dan semakin besar tegangan yang digunakan maka lapisan yang dihasilkan semakin besar. Setelah dilakukan pengujian, pada variabel bebas tegangan (3V, 4V, 5V) didapat laju korosi 0,0184 mmpy, 0,0206 mmpy, dan 0,0232 mmpy. Lalu pada variabel bebas waktu (30 menit, 40 menit 50 menit) didapat laju korosi 0,0156 mmpy, 0,0179 mmpy, dan 0,0209 mmpy. Data ini menunjukkan peningkatan laju korosi apabila tegangan semakin besar dan waktu semakin lama, hal ini dikarenakan cacat yang dimunculkan pada permukaan berupa pori-pori yang dapat mengakibatkan cairan korosif dapat mengoksidasi bagian dalam dari lapisan tersebut. Semakin besar tegangan dan semakin lama waktu proses electroplating, maka cacat yang dihasilkan juga semakin besar. Oleh karena itu, perlu dilakukan variasi yang lebih banyak pada tegangan dan waktu agar didapat hasil pelapisan yang maksimal.

**Kata Kunci** : Korosi, Nikel, *Immersion Corrosion Test*, NaCl 3,5%

## ABSTRACT

*Electroplating using a nickel base material is used to improve the physical properties of wear resistance, heat resistance or corrosion resistance. Nickel based electroplating can be applied to workpieces such as steel. In this study, the specimens used were low carbon steel (having dimensions of 100mm x 40mm x 5mm) and the independent variables of the electroplating process used were time (30 minutes, 40 minutes 50 minutes) and voltage (3V, 4V, 5V) and corrosion resistance testing was carried out using the Immersion Corrosion Test method with 3.5% NaCl liquid, namely by soaking and soaking time in this liquid was 10 days or 240 hours. After electroplating, the time-free variable specimens produced layers of 183  $\mu\text{m}$ , 188  $\mu\text{m}$ , 190  $\mu\text{m}$  and the stress-free variable specimens produced layers of 192  $\mu\text{m}$ , 196.5  $\mu\text{m}$ , 208.5  $\mu\text{m}$ . From the resulting layer, the longer the time and the greater the stress used, the larger the resulting layer. After testing, the stress-free variable (3V, 4V, 5V) obtained the corrosion rate of 0.0184 mmpy, 0.0206 mmpy, and 0.0232 mmpy. Then in the independent variable time (30 minutes, 40 minutes 50 minutes) the corrosion rates are 0.0156 mmpy, 0.0179 mmpy, and 0.0209 mmpy. This data shows a greater increase in the stress corrosion rate and longer time, this is due to defects that appear on the surface in the form of pores which can cause corrosive fluids to oxidize the inside of the layer. The greater the voltage and the longer the electroplating process, the greater the defects. Therefore, it is necessary to make more variations in stress and time in order to obtain maximum coating results.*

**Keyword** : *Electroplating, Corrosion, Nickel, Immersion Corrosion Test, NaCl 3,5%*

## 1. PENDAHULUAN

Korosi merupakan kehancuran atau kerusakan material karena reaksi dengan lingkungannya (Mars G. Fontana, 1986). Agar kualitas produk tersebut meningkat, dilakukan berbagai upaya salah satunya adalah dengan metode pelapisan listrik atau electroplating bagi produk-produk logam.

Pelapisan listrik berbahan dasar nikel dapat diaplikasikan pada benda kerja seperti baja. Baja merupakan bagian penting dari dunia modern (Syafriul Hadi, 2016). Lapisan nikel bertujuan untuk

memperbaiki sifat fisik seperti ketahanan aus, ketahanan panas atau ketahanan korosi. Untuk penggunaannya, baja diketahui memiliki sifat mekanik tertentu seperti kekerasan (Nickel Institut, 2014). Baja menjadi material utama dalam pembangunan-pembangunan infrastruktur, mobil, kapal, kereta api, persenjataan, dan alat-alat perkakas (Akin Akinci, 2009). Baja karbon rendah banyak diaplikasikan pada bagina-bagian mesin seperti : poros, sekrup, rantai, gear, dan lain-lain (Nickel Institut, 2014).

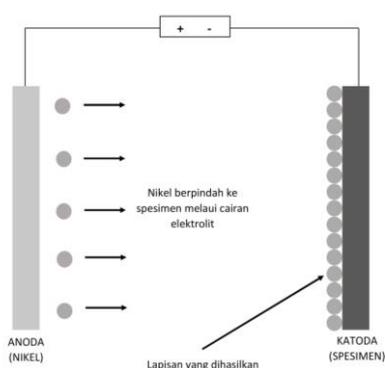
Dalam penelitian ini, spesimen yang digunakan adalah baja karbon rendah (memiliki dimensi 100mm x 40mm x 5mm) dan variabel bebas proses electroplating yang digunakan adalah waktu (30 menit, 40 menit 50 menit) dan tegangan (3V, 4V, 5V) dan pengujian ketahanan korosi dilakukan menggunakan metode *Immersion Corrosion Test* dengan cairan NaCl 3,5% yaitu dengan cara direndam dan waktu perendaman pada cairan ini adalah 10 hari atau 240 jam.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Electroplating

Pelapisan listrik atau electroplating adalah proses pelapisan material atau benda kerja menggunakan cairan elektrolit sebagai medianya. Pelapisan listrik ini berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik benda kerja seperti meningkatkan kekerasan, meningkatkan kekuatan, meningkatkan ketangguhan, meningkatkan ketahanan korosi, meningkatkan keuletan, bahkan dapat meningkatkan keindahan untuk kebutuhan dekorasi.

Proses Electopating menggunakan bejana yang berisikan cairan elektrolit. Di dalam bejana ini terdapat dua elektroda yang dihubungkan dengan arus listrik, terbagi menjadi kutub positif (anoda) dan kutub negatif (katoda). Anoda dapat larut dan tidak larut dalam cairan elektrolit. Anoda yang tidak larut berfungsi sebagai penghantar listrik dan yang larut berfungsi sebagai bahan baku pelapis dan juga penghantar listrik. Katoda merupakan benda kerja yang akan dilapisi, dihubungkan pada kutub negatif sumber arus listrik. Elektrolit berupa cairan yang molekulnya dapat larut dalam air dan terurai menjadi pertikel bermuatan positif dan negatif.



**Gambar 1.** Proses Yang Terjadi Pada Saat Proses Electroplating

### 2.2 Baja Karbon Rendah

Baja ini mengandung unsur karbon (C) sampai dengan 0,30% dan mangan (Mn) 0,4% sampai dengan 1,5% (ASM Handbook). Baja karbon rendah memiliki sifat mekanik berupa keuletannya tinggi, mudah dibentuk dan dimachining, namun memiliki kelemahan yaitu kekuatannya rendah dan lunak (I KT. Suarsana, 2014). Baja ini banyak digunakan untuk konstruksi bangunan, rangka kendaraan, pipa, plat, baut, kawat dan lain-lain.

### 2.3 Korosi

Korosi merupakan kehancuran atau kerusakan material yang disebabkan oleh reaksi kimia dengan lingkungan sekitar (Mars G. Fontana, 1986). Reaksi ini menyebabkan logam teroksidasi yang akan menimbulkan kerusakan pada logam. Dengan terjadinya reaksi ini, sebagian logam akan hilang menjadi senyawa yang stabil.

Salah satu cara untuk mengetahui laju korosi pada material yaitu dengan menggunakan metode *weight loss* atau kehilangan massa. Metode ini dapat disebut sebagai metode yang paling sederhana, prinsipnya adalah menimbang massa sebelum dan sesudah pengujian rendaman sesuai dengan standar ASTM G 31-72. Berikut persamaan untuk menghitung laju korosi :

$$\text{Corrosion Rate (mmpy)} = \frac{K \times W}{A \times T \times D}$$

Dimana : K = Konstanta ( $8,76 \times 10^4$ )  
W = Kehilangan massa (gram)  
A = Luas permukaan ( $\text{cm}^2$ )  
T = waktu ekspos (jam)  
D = massa jenis spesimen ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

## 3. METODE PENELITIAN

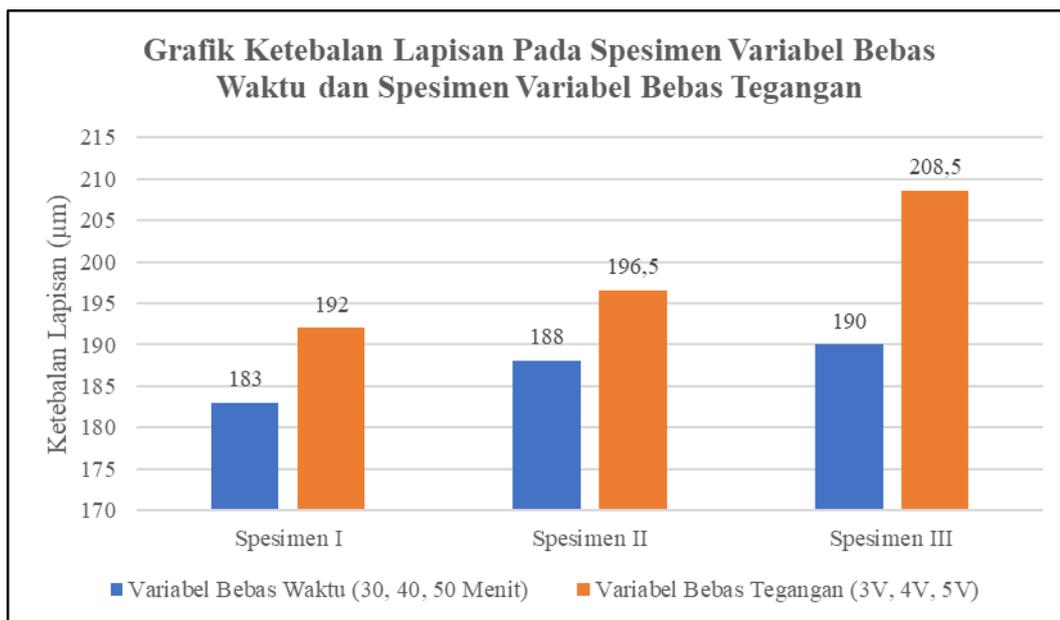
Tahapan dalam proses penelitian ini adalah menentukan topik lalu mencari referensi atau literatur sebagai teori pendukung dalam mengambil data penelitian. Selanjutnya menentukan material yang digunakan dan mempersiapkan material untuk dilakukan percobaan. Percobaan dilakukan dengan cara melapisi spesimen dengan lapisan nikel. Setelah dilakukan percobaan, didapat hasil data lalu diolah menjadi grafik dan analisa yang kemudian akan menghasilkan kesimpulan dan saran.

Spesimen yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan ukuran (100mm x 40mm x 5mm), variabel bebas yang digunakan pada proses pelapisan listrik adalah waktu dan tegangan, dan pengujian laju korosi dilakukan selama 10 hari atau 240 jam.

Langkah pertama adalah membersihkan spesimen dari kotoran menggunakan gerinda, degreasing, dan asam. Selanjutnya dilakukan proses pelapisan listrik. Setelah itu dilakukan pengujian ketebalan lapisan, pengujian penimbangan massa, dan pengujian laju korosi. Setelah semua pengujian selesai, didapat data yang menunjukkan pertumbuhan korosi pada spesimen dan membuat analisa berdasarkan hasil data yang didapat. Langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dan saran berdasarkan analisa yang didapat dari data penelitian.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

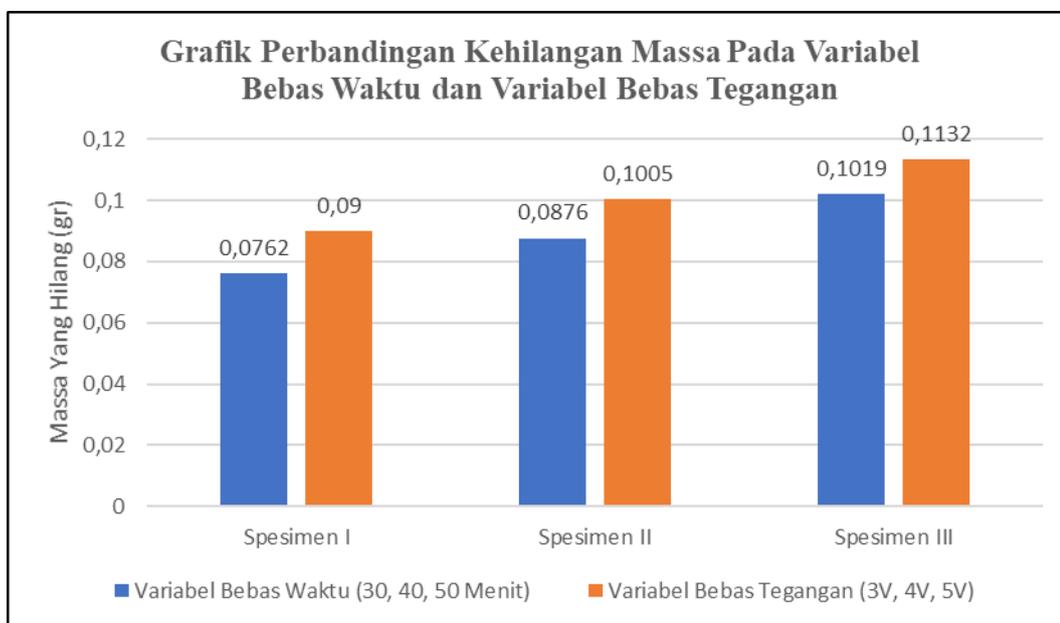
### 4.1 Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan



Gambar 11. Grafik Ketebalan Lapisan Pada Spesimen Variabel Bebeas Waktu dan Spesimen Variabel Bebas Tegangan

Grafik menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya waktu dan besarnya tegangan maka ketebalan lapisan pun bertambah. Ketebalan lapisan yang dihasilkan sangat bervariasi tergantung durasi dan tegangan yang digunakan pada saat proses electroplating.

#### 4.2 Hasil Pengujian Penimbangan Massa

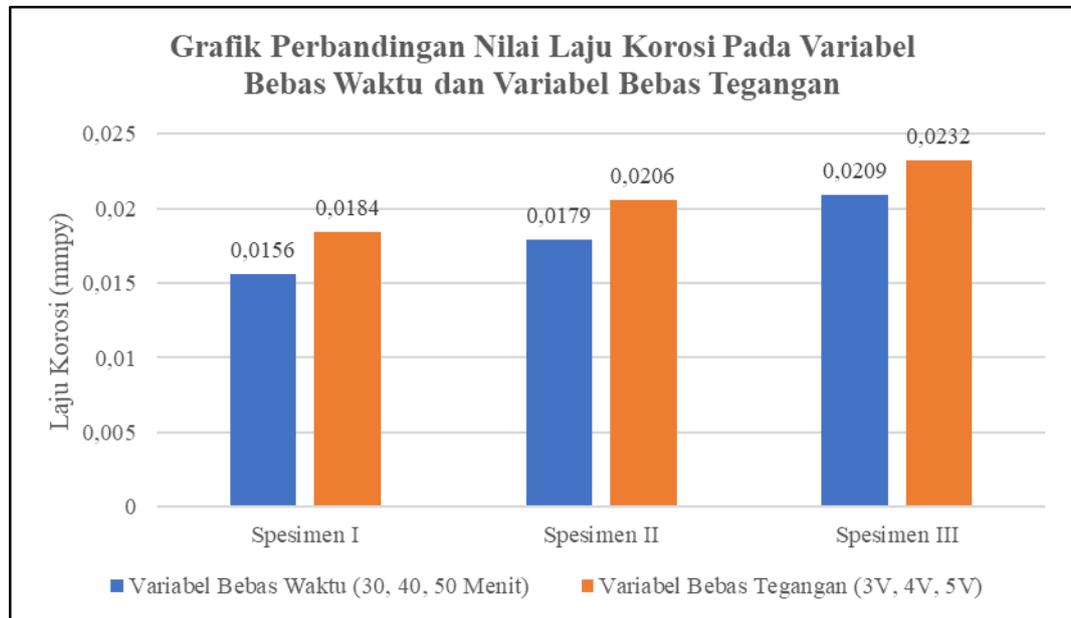


Gambar 13. Grafik Perbandingan Kehilangan Massa Pada Variabel Bebas Waktu dan Variabel Bebas Tegangan

Setelah dilakukan penimbangan, pertumbuhan korosi justru semakin besar seiring semakin lama waktu yang digunakan. Hal ini terjadi karena semakin lama durasi perendaman pada saat proses electroplating maka lapisan yang dihasilkan belum tentu maksimal. Lapisan

yang dihasilkan menjadi berpori-pori yang dapat mengakibatkan cairan NaCl dapat masuk melalui pori-pori tersebut sehingga dapat mengoksidasi bagian dalam dari lapisan tersebut.

### 4.3 Hasil Pengujian Laju Korosi



Gambar 17. Grafik Perbandingan Nilai Laju Korosi Pada Variabel Bebas Waktu dan Variabel Bebas Tegangan

Dari grafik di atas, dapat ditunjukkan bahwa setelah spesimen melalui proses electroplating, laju korosi dapat melambat hingga 0,0112 sampai dengan 0,0140 dibandingkan dengan spesimen I. Hal ini terjadi karena spesimen telah dilapisi oleh material yang dapat menahan laju korosi dengan baik. Namun pada proses electroplating dilakukan variasi waktu dan tegangan agar didapat ketebalan lapisan yang berbeda-beda, tetapi setelah dilakukan uji laju korosi, semakin lama waktu dan semakin lama besar tegangan yang digunakan, maka laju korosi semakin besar. Hal ini diakibatkan lapisan yang dihasilkan belum tentu baik, karena terjadi overplate yang mengakibatkan lapisan tersebut menjadi berpori-pori. Pori-pori ini dapat menjadi jalan masuk bagi cairan NaCl yang akan mengoksidasi lapisan tersebut menjadi lebih cepat. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu perendaman dan semakin besar tegangan, belum tentu menghasilkan lapisan yang baik. Karena material yang terdeposisi akan mengendap lebih banyak dan akan menghasilkan bitnik-bintik kasar dan hasil lapisan akan berpori-pori yang menyebabkan cairan NaCl dapat masuk dan mengoksidasi melalui pori-pori tersebut sehingga kehilangan massanya akan lebih banyak jika dibandingkan dengan hasil pelapisan yang sempurna.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berikut beberapa kesimpulan yang dapat penulis ambil :

1. Semakin lama waktu perendaman pada proses electroplating, maka semakin tebal pula lapisan yang dihasilkan. Dapat dibuktikan bahwa pada spesimen I (30 menit waktu

perendaman) dihasilkan ketebalan 183  $\mu\text{m}$ , lalu pada spesimen II (40 menit waktu perendaman) dihasilkan ketebalan 188  $\mu\text{m}$ , dan pada spesimen III (50 menit waktu perendaman) dihasilkan ketebalan 190  $\mu\text{m}$ .

2. Semakin tinggi tegangan pada proses electroplating, maka semakin tebal juga tebal lapisan yang dihasilkan. Dapat dibuktikan bahwa pada spesimen I (3V) dihasilkan ketebalan 192  $\mu\text{m}$ , lalu pada spesimen II (4V) dihasilkan ketebalan 196,5  $\mu\text{m}$ , dan pada spesimen III (5V) dihasilkan ketebalan 208,5  $\mu\text{m}$ .
3. Semakin lama waktu perendaman dan semakin tinggi tegangan yang digunakan pada proses electroplating tidak menjamin bahwa lapisan yang dihasilkan sempurna, dibuktikan dengan semakin lama waktu dan semakin tingginya tegangan, kehilangan massanya semakin meningkat. Hal ini dikarenakan hasil lapisan menjadi berpori-pori dan kasar yang akan mengakibatkan cairan NaCl dapat mengoksidasi melalui pori-pori tersebut sehingga oksidasi akan terjadi lebih cepat dan luas.
4. Korosi terjadi pada semua spesimen adalah korosi seragam.
5. Menurut klasifikasi *relative corrosion rate* yang ditetapkan oleh ASTM, semua spesimen termasuk ke dalam kategori *good* atau bagus terhadap pertumbuhan korosi. Perlu adanya peningkatan kualitas lapisan agar dapat menahan pertumbuhan korosi yang lebih besar.
6. Lapisan nikel dapat menahan laju korosi cukup baik, dapat diaplikasikan pada konstruksi bangunan seperti pelabuhan dan kilang minyak di tengah air laut.

Untuk meningkatkan hasil lapisan yang dapat menahan pertumbuhan korosi, maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Kebersihan benda kerja lebih diperhatikan agar hasil lapisan yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan.
2. Memperhatikan waktu perendaman dan tegangan yang digunakan sesuai dengan benda kerja yang akan dilapisi.
3. Memperbanyak variasi percobaan agar didapat hasil yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fontana, Mars Guy. 1986. *Corrosion Engineering*. McGraw-Hill Book Co. Singapore.
- [2] Hadi, Syafrul. 2016. *Pengaruh Komposisi Larutan Kimia dan Waktu Pelapisan Chrom Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan Permukaan Pada Plat Kuningan*. Jurnal Teknik Mesin, Institut Teknologi Padang. Vol. 6, No.1.
- [3] Nickel Institute. 2014. *Nickel Plating Handbook*.

- [4] Akinci, Akin. 2009. *The Salt Spray Corrosion of Polymer Coating on Steel*. The Arabian Journal for Science and Engineering, Vol. 34, No. 1C.
- [5] Suarsana, I KT. 2014. *Diktat Pengetahuan Bahan Teknik*. Universitas Udayana.
- [6] ASM Handbook Volume 1 Properties and Selection : Iron Steels and High Performance Alloys.
- [7] American System for Testing Materials G 31-72 : Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals.