

## Optimasi Kondisi Operasi Proses Elektroplating Nikel-Khrom Untuk Ketahanan Korosi Baja Profile L

Mad Yusup<sup>1</sup>, Diyaa Aaisyah Salmaa Putri Atmaja<sup>2</sup>, Purbawati Purbawati<sup>3</sup>,  
Ida Rosanti<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Kaltim, Indonesia

Alamat: Jl. KH. Harun Nafsi, Samarinda 75131, Indonesia

Korespondensi penulis: [madyusup0906@gmail.com](mailto:madyusup0906@gmail.com)

**Abstract.** *This research aims to optimize the operating conditions of nickel-chrome electroplating to increase the corrosion resistance of L profile steel materials. Nickel-chrome electroplating is a metal coating method used to protect steel surfaces from corrosion and improve the aesthetic appearance. The electroplating process involves several variables such as solution concentration, temperature, current density, and plating time. In this research, various operating conditions were optimized to obtain maximum corrosion resistance. The experimental method was carried out with variations of these parameters and the results were evaluated using corrosion tests and microscopic analysis. The research results show that certain operating conditions produce a protective layer that is more effective in preventing corrosion on L profile steel. This optimization is expected to make a significant contribution in industrial applications that require high corrosion protection.*

**Keywords:** *L Profile Steel, Corrosion Resistance, Nickel-Chrome, Electroplating Optimization, Operation Variables.*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kondisi operasi elektroplating nikel-khrom guna meningkatkan ketahanan korosi bahan baja profile L. Elektroplating nikel-khrom merupakan metode pelapisan logam yang digunakan untuk melindungi permukaan baja dari korosi dan meningkatkan penampilan estetika. Proses elektroplating melibatkan beberapa variabel seperti konsentrasi larutan, suhu, densitas arus, dan waktu pelapisan. Dalam penelitian ini, berbagai kondisi operasi dioptimalkan untuk mendapatkan ketahanan korosi yang maksimal. Metode eksperimen dilakukan dengan variasi parameter-parameter tersebut dan hasilnya dievaluasi menggunakan uji korosi serta analisis mikroskopis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi operasi tertentu menghasilkan lapisan pelindung yang lebih efektif dalam mencegah korosi pada baja profile L. Optimasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam aplikasi industri yang memerlukan perlindungan korosi yang tinggi.

**Kata kunci:** Baja Profile L, Ketahanan Korosi, Nikel-Khrom, Optimasi Elektroplating, Variabel Operasi.

### 1. LATAR BELAKANG

Industri manufaktur dan konstruksi seringkali menghadapi tantangan besar terkait dengan korosi pada bahan baja. Korosi tidak hanya merusak struktur fisik baja, tetapi juga mengurangi umur pakai dan meningkatkan biaya perawatan serta penggantian komponen. Salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan ketahanan korosi baja adalah dengan melakukan pelapisan permukaan menggunakan teknik elektroplating. Teknik elektroplating nikel-khrom merupakan pilihan yang populer karena mampu memberikan lapisan pelindung yang kuat dan tahan lama serta memperbaiki penampilan estetika baja.

Elektroplating nikel-khrom melibatkan beberapa variabel operasi seperti konsentrasi larutan, suhu, densitas arus, dan waktu pelapisan, yang kesemuanya berkontribusi terhadap

kualitas dan ketahanan lapisan yang dihasilkan. Variasi dalam kondisi operasi dapat menghasilkan perbedaan signifikan dalam sifat pelindung lapisan nikel-khrom, khususnya dalam hal ketahanan terhadap korosi.

Baja profile L sering digunakan dalam berbagai aplikasi struktural dan industri karena kekuatannya yang tinggi dan kemudahan dalam proses fabrikasi. Namun, bahan ini rentan terhadap korosi, terutama dalam lingkungan yang keras dan berisiko tinggi. Oleh karena itu, optimasi kondisi operasi elektroplating untuk baja profile L menjadi sangat penting untuk memastikan ketahanan korosi yang maksimal dan umur pakai yang panjang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengoptimalkan kondisi operasi terbaik dalam proses elektroplating nikel-khrom pada baja profile L. Dengan mengoptimalkan parameter-parameter elektroplating, diharapkan dapat diperoleh lapisan pelindung yang lebih efektif dan efisien, sehingga meningkatkan ketahanan korosi baja profile L. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan kualitas dan performa material baja dalam berbagai aplikasi industri, serta memberikan wawasan bagi pengembangan teknologi pelapisan yang lebih maju.

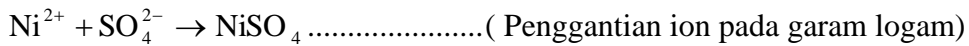
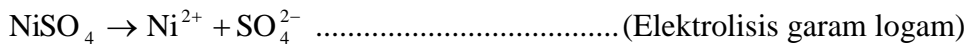
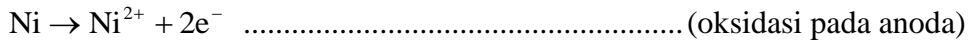
## 2. KAJIAN TEORITIS

### 2.1 Pelapisan listrik (*electroplating*)

Pelapisan listrik (*electroplating*) adalah elektrodposisi (pelapisan) logam melekat ke elektroda untuk menjaga substrat dengan memberikan permukaan dengan sifat dan dimensi berbeda dari pada logam basisnya tersebut, sedangkan pengertian *electroplating* yang lain adalah suatu proses pengerjaan permukaan material baik logam maupun bukan logam dan upaya meningkatkan sifat-sifat material tersebut. Sifat-sifat yang akan ditingkatkan adalah penggabungan sifat-sifat seperti berikut : Daya tahan korosi (*corrosion resistance*), tampak rupa (*appearance*), daya tahan gores/aus (*abrasion resistance*), harga /nilai (*value*), mampu solder (*solderability*), karet pengikat (*bonding of rubber*), daya kontak listrik (*electrcal contact resistance*), mampu pantul/bias cahaya (*reflectivity*), penyebaran rintangan (*diffusion barrier*), mampu sikat kawat (*wive bondability*), dan daya tahan temperatur tinggi (*high temperature resistance*).

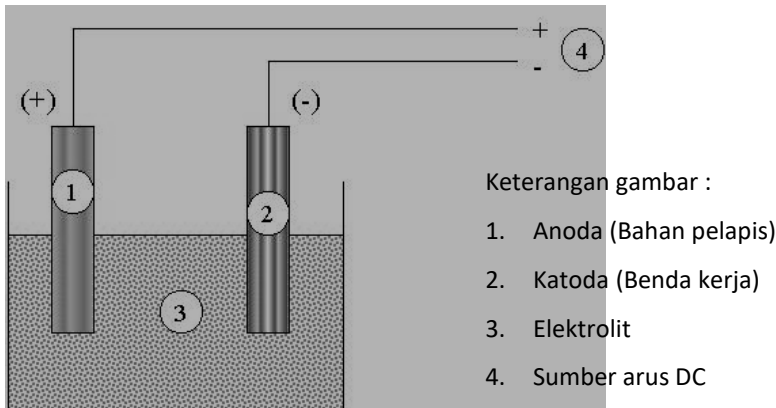
Pada bahan baja profile L untuk rangka yang dilapisi nikel merupakan reaksi elektrokima yang dipaksakan, sebagai anoda adalah nikel dan baja profile L sebagai katoda, sedangkan sebagai larutan elektrolit yang digunakan adalah garam logam nikel sulfat (NiSO<sub>4</sub>). Karena pada anoda dan katoda terjadi perbedaan potensial setelah

dialiri listrik, maka logam nikel akan teroksidasi menjadi ion nikel bermuatan positif ( $\text{Ni}^{2+}$ ), ion logam nikel ( $\text{Ni}^{2+}$ ) dari anoda larut dalam larutan untuk menggantikan ion logam nikel ( $\text{Ni}^{2+}$ ) dari garam logam  $\text{NiSO}_4$  yang telah terelektrolisis menjadi  $\text{Ni}^{2+}$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  dan tertarik ke katoda untuk membentuk lapisan nikel. Adapun reaksi lengkapnya sebagai berikut :



Skema prinsip kerja dan susunan peralatan pada proses elektroplating ditunjukkan oleh

**Gambar 2.1**



**Gambar 2.1** Skema susunan peralatan elektroplating (BPPT, 1998 : 1)

## 2.2 Korosi & Perhitungan Laju Korosi

Korosi merupakan serangan yang dapat merusak logam, sehingga serangan korosi pada logam dapat menurunkan mutu logam, korosi diakibatkan oleh reaksi kimia dan elektrokimia logam dengan lingkungannya. Efek fisisk berupa erosi (*erosion*) dan aus (*wear*) yang juga dapat menurunkan mutu logam tidak dapat dikatakan korosi. Jika efek fisik yang memepengaruhi penurunan mutu logam diikuti oleh reaksi kimia maka dapat disebut sebagai korosi.

Setelah suatu logam teroksidasi maka proses korosi akan berlangsung secara terus menerus apabila tidak ada tindakan pencegahan. Pergerakan proses korosi dari awal sampai akhir mempunyai tempo yang berbeda-beda untuk setiap jenis logam.

Kecepatan berlangsungnya proses korosi ini disebut laju korosi (*corrosion rate*). Laju korosi banyak digunakan untuk melakukan pengujian korosi, hal ini erat kaitannya dengan nilai teknik dan nilai ekonomis logam atau material. Pengukuran laju korosi dilakukan dengan mengukur selisih masa awal dengan masa akhir (perubahan berat) dibagi dengan luas permukaan logam atau material, selanjutnya dikalikan dengan lama waktu dan massa jenis logam atau material, satuan dari laju korosi adalah mils per year (mpy), seperti pada persamaan (Fontana & Mars.G : 9 & 10) :

$$\text{MPY} = \frac{534W}{\text{DAT}}$$

Dengan : W = Berat yang hilang / perubahan berat (mg)

D = massa jenis  $\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$

A = Luas permukaan  $(\text{in}^2)$

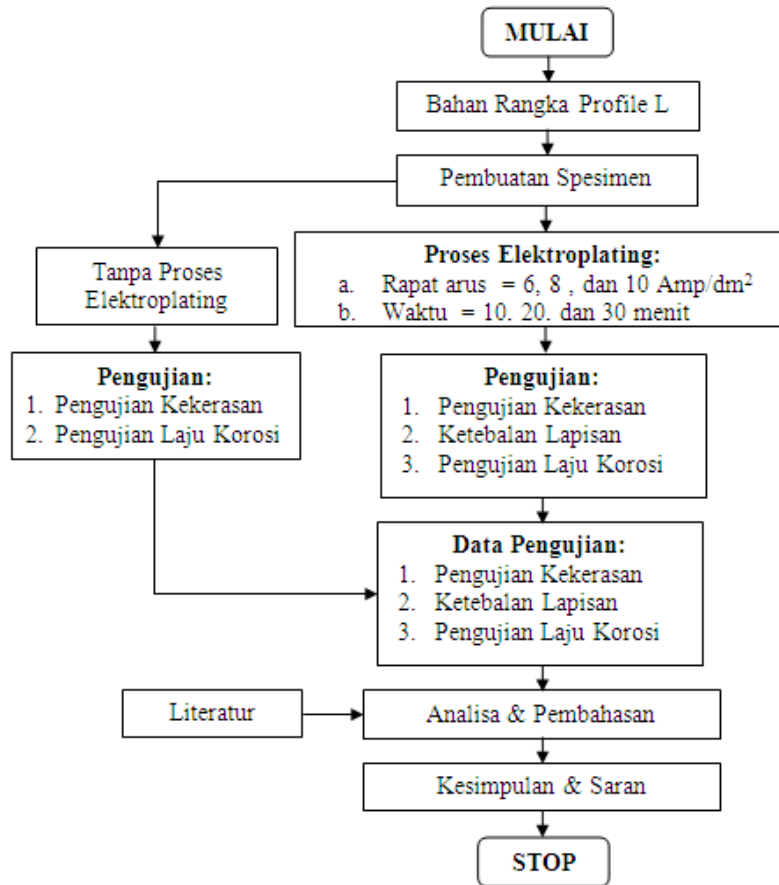
T = Waktu (Jam)

### 2.3 Definisi Dan Prinsip Desain Eksperimen

Rancangan percobaan atau disebut juga desain eksperimen (*experiment design*) adalah rancangan percobaan (pada setiap langkah betul-betul terukur dan dapat didefinisikan), jauh sebelum melakukan eksperimen dilakukan agar mendapatkan data yang diperlukan sehingga diperoleh kesimpulan untuk permasalahan yang sedang dihadapi (Rochmoeljati, 2005). Eksperimen dilakukan untuk meminimalkan karakteristik mutu dari nilai target (respon). Karakteristik kualitas agar mendekati target dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi faktor-faktor yang bisa mempengaruhi mutu dengan cara merubah setiap level dari faktor-faktor yang tepat, sehingga penyimpangan dapat diminimalkan agar diperoleh karakteristik mutu yang dapat mencapai target. Menggunakan sudut pandang mutu dengan eksperimen kita berupaya untuk mencari material, tekanan, waktu siklus, yang terbaik yang akan beroperasi secara bersama didalam sebuah proses agar menghasilkan karakteristik mutu yang yang ditargetkan, seperti : usia pakai, keandalan, dan aspek lainnya (Haryono, 1995).

## 3. METODE PENELITIAN

Urutan penelitian optimasi parameter operasi hasil pelapisan nikel-khrom protektif rangka untuk baja profil L ditunjukkan oleh *flowchart* Gambar 3.1



**Gambar 3.1** Flowchart penelitian

Selanjutnya dibentuk menjadi spesimen untuk ketebalan lapisan dan laju korosi, bentuk spesimen ditunjukkan oleh Gambar 3.2



**Gambar 3.2** Bentuk spesimen

Jumlah spesimen uji yang dipersiapkan adalah sebanyak 49 (dempat puluh sembilan) buah spesimen uji, dengan perincian ditunjukkan oleh Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Jumlah spesimen pengujian

SPESEMEN	JUMLAH	KETERANGAN
Uji Ketebalan	9	Masing – masing spesimen mengalami satu kali pengujian ketebalan, dengan menggunakan mikroskop logam
Pengujian Laju korosi	30	Masing – masing spesimen mengalami pengujian selama 500 jam

Bahan – bahan yang digunakan untuk pelapisan nikel-khrom protektif rangka untuk produk bengkel teknologi tepat guna terdiri dari:

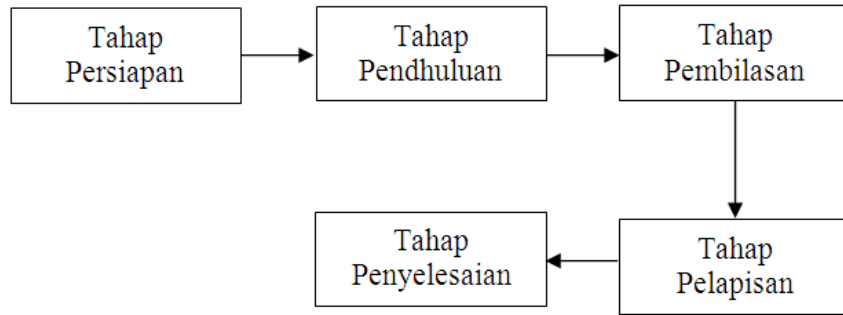
1. Proses pelapisan nikel (*single layer*) bahan – bahan yang dibutuhkan untuk membuat larutan terdiri dari : nikel sulfat , nikel khlorida, boric acid, AM *additive*, brightener magnum SS, aquades (air murni)
2. Proses pelapisan khrom bahan – bahan yang dibutuhkan untuk membuat larutan terdiri dari : khrom acid, sulfur acid, khrom katalis (WR – 1), asam sulfat, dan aquades (air murni)
3. Bahan – bahan pendukung proses pelapisan nikel dan khrom dengan metode elektroplating , yaitu : Anoda nikel, anode khrom, dan kawat – kawat pengikat benda kerja

Alat – alat yang digunakan pada penelitian optimasi parameter operasi hasil pelapisan nikel-khrom protektif rangka untuk produk bengkel teknologi tepat guna, alat yang digunakan dikategorikan kedalam dua kelompok, yaitu kelompok alat utama dan alat bantu, dengan perincian sebagai berikut:

1. Alat utama porses penelitian optimasi parameter operasi hasil pelapisan nikel-khrom protektif rangka profil L, yaitu : Mikroskop logam, peralatan uji laju korosi, peralatan pelapisan
2. Alat bantu porses penelitian optimasi parameter operasi hasil pelapisan nikel-khrom protektif rangka profil L, yaitu: Alat bantu proses pelapisan, dan timbangan

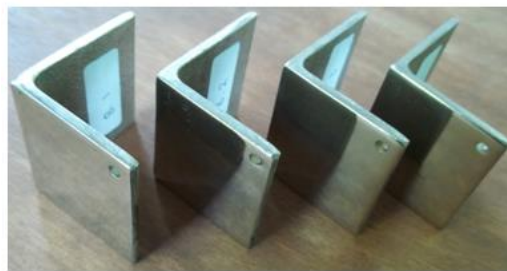
### 3.1 Proses Pelapisan Listrik

Tahapan-tahapan proses pelapisan listrik nikel-khrom protektif rangka untuk produk bengkel teknologi tepat guna Gambar 3.3



**Gambar 3.3** Tahapan proses pelapisan listrik

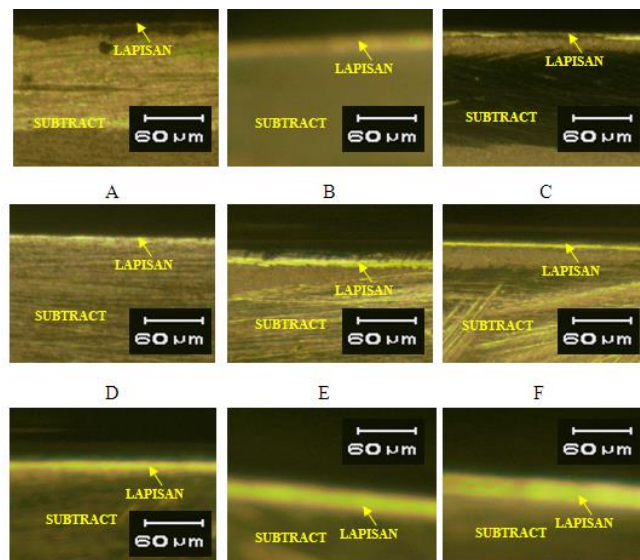
Hasil proses pelapisan listrik /eletopating pada baja rangka profil L, ditunjukkan oleh Gambar 5



**Gambar 3.4** Baja profile L setelah dilapisi

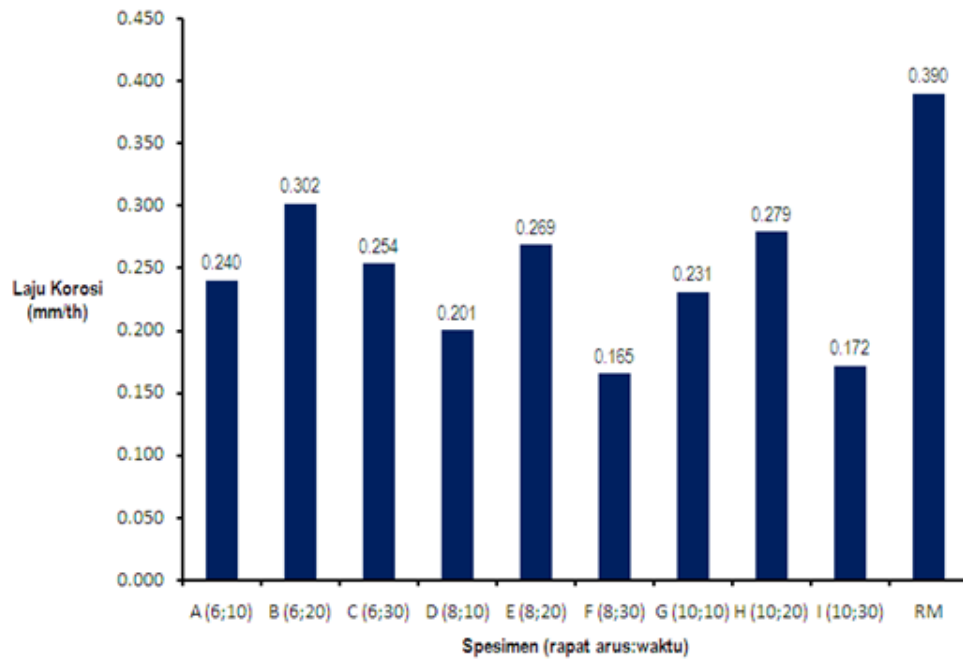
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran ketebalan menggunakan mikroskop logam pada Laboratorium Pengujian Bahan, foto hasil pelapisan ditunjukkan oleh Gambar 4.1



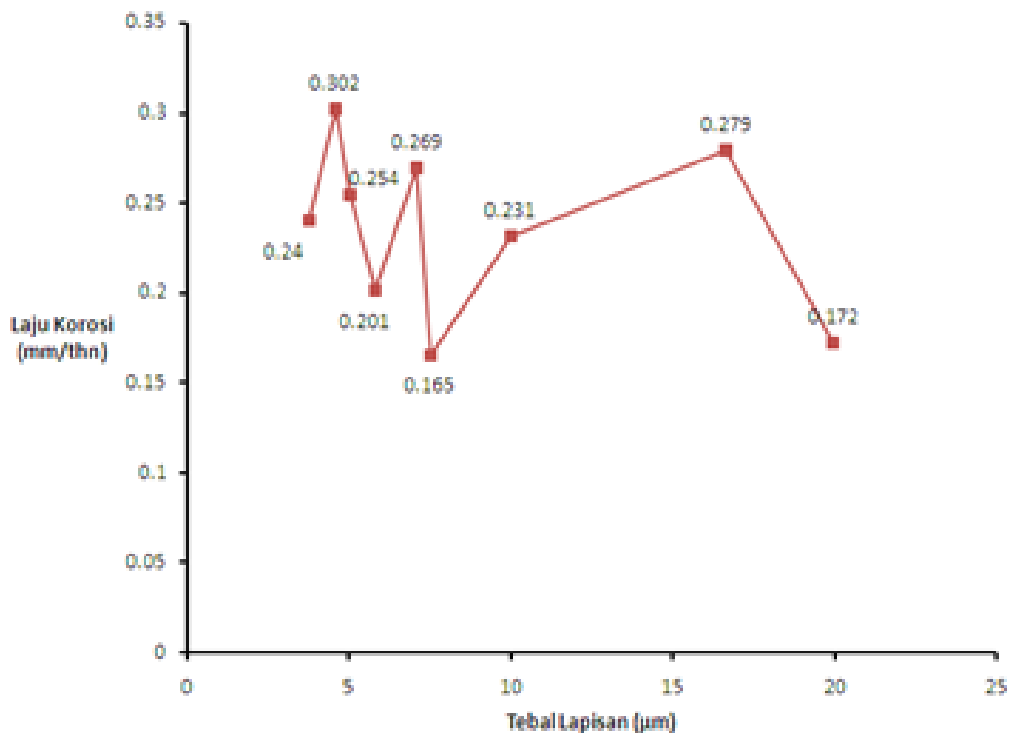
**Gambar 4.1** Foto hasil pelapisan

Berdasarkan hasil pengujian laju korosi didapatkan laju korosi untuk masing – masing spesimen A, B, C, D,E, F,G,H, I, dan RM.



Gambar 4.2 Grafik laju korosi pada setiap sampel

Gambar 4.2 menunjukkan grafik hubungan antara tebal lapisan dengan laju korosi pada baja profil L.



Gambar 4.3 (Grafik ketebalan lapisan vs laju korosi)



Berdasarkan hasil pengujian laju korosi didapatkan laju korosi untuk masing – masing spesimen A, B, C, D,E, F,G,H, I, dan RM. Hasil pengujian secara umum menunjukkan bahwa proses pelapisan mampu menurunkan laju korosi bahan rangka profile L. laju korosi pada bahan yang mengalami proses pelapisan berkisar antara 0,165 mm/thn pada spesimen F hingga 0,302 mm/th pada spesimen B, sedangkan pada bahan rangka profile L laju korosinya 0,390 mm/thn.

Secara teoritis laju korosi yang terjadi pada bahan yang sama, lingkungan yang sama akan menunjukkan laju korosi yang sama pula. Tetapi pada kasus laju korosi pada pelapisan logam laju korosi dapat berbeda, walaupun bahannya sama yaitu bahan rangka profile L yang dilapisi dengan nikel, lingkungan juga sama, dengan waktu korosi yang sama pula yaitu 500 jam, seperti telah dijelaskan pada hubungan tebal lapisan dengan harga kekerasan, bahwa semakin tebal lapisan yang terbentuk akan semakin besar peluang terciptanya ikatan – ikatan yang kuat antar lapisan, sehingga lapisan tidak mudah rapuh ketika terkena serangan korosi.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian optimasi parameter operasi hasil pelapisan nikel-khrom protektif plat baja profil L kesimpulan sebagai berikut : Variabel waktu dan arus pada proses pelapisan berpengaruh terhadap ketebalan hasil lapisan, semakin tinggi arus dan semakin lama waktu pelapisan maka ketebalan lapisan yang dihasilkan juga meningkat. Proses pelapisan berpengaruh terhadap laju korosi spesimen, hasil pengujian laju korosi didapatkan laju korosi untuk spesimen A, B, C, D,E, F,G,H, I, dan RM menunjukkan proses pelapisan mampu menurunkan laju korosi bahan rangka profile L. laju korosi pada bahan yang mengalami proses pelapisan berkisar antara 0,165 mm/thn pada spesimen F hingga 0,302 mm/th pada spesimen B, sedangkan pada bahan rangka profile L laju korosinya 0,390 mm/thn.

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan penelitian yang berkaitan dengan kemampuan dekoratif dari lapisan nikel dengan menambah pengujian kecerahan, dengan memvariasikan temperatur operasional, jarak elektroda, dan komposisi elektrolitnya.

## **DAFTAR REFERENSI**

Amstead, B. H., & Ostwald, P. F. (1993). Teknologi mekanik, Jilid 2. Erlangga.

ASM International. (1990). ASM Handbook, Volume 1: Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys. ASM International.

ASM International. (1994). ASM Handbook, Volume 5: Surface Engineering. ASM International.

- BPPT. (1998). Teknologi pelapisan logam secara listrik. Program Penerapan Iptek di Daerah (Iptekda).
- Harsono, W., & Okumura, T. (2004). Teknologi pengelasan logam (Cetakan ke-7). PT. Pradnya Paramita.
- Hartono, J. A., & Kaneko, T. (1992). Mengenal pelapisan logam. Andi Offset.
- Keenan. (1999). Kimia untuk universitas, Jilid 2. Erlangga.
- Mars, G., & Fontana. (1978). Corrosion Engineering (Edisi ke-2). McGraw Hill.
- Surdia, T., & Saito. (1995). Pengetahuan bahan teknik. Pradya Paramitha.
- Trethewey, K. R., & Chamberlin, J. (1991). Korosi untuk mahasiswa sains dan rekayasa. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Van Vlack, L. H. (1991). Ilmu dan teknologi bahan (Edisi Kelima, Alih Bahasa Sriati Dj). Erlangga.