

PELAPISAN TEMBAGA NIKEL PADA BAJA DAN PENGARUHNYA TERHADAP LAJU KOROSI

Nickel-Copper Plating on Steel and its Effect on Corrosion Rate

Syamsuir^{1*}

¹ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

* Email Korespondensi : syamsuir@unj.ac.id

Artikel Info - : Diterima : 03-06-2022; Direvisi : 17-06-2022; Disetujui: 25-06-2022

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pelapisan tembaga (Cu) – nikel (Ni) terhadap laju korosi baja karbon rendah Ms 7210. Tahap pertama penelitian adalah pelapisan Cu pada permukaan sampel uji dengan variasi waktu tahan pelapisan 5, 10, 15, 20, dan 25 menit. Tahap kedua adalah pelapisan nikel selama 10 menit. Hasil penelitian telah menunjukkan bahwa terjadi penurunan laju korosi hingga 0,36 mmpy yaitu pada pelapisan selama 25 menit. Jika dibandingkan dengan laju korosi *raw material* sebesar 7,6 mmpy, maka laju korosi baja setelah dilapisi jauh lebih rendah. Semakin lama waktu tahan pelapisan semakin tebal lapisan yang terbentuk, semakin keras permukaan yang terjadi, namun berdampak pada penurunan laju korosi dalam media korosif larutan NaCl 3,5 %.

Kata Kunci: Pelapisan, Cu, Ni, Laju korosi, Kekerasan

ABSTRACT

The study was conducted to determine the effect of Cu-Ni coating on the corrosion rate of low carbon steel Ms 7210. The first stage of the study was Cu plating on the surface of the test sample with variations in coating holding times of 5, 10, 15, 20, and 25 minutes. The second stage is nickel plating for 10 minutes. The results showed that there was a decrease in the corrosion rate up to 0.36 mmpy when coating for 25 minutes. When compared with the raw material corrosion rate of 7.6 mmpy, the corrosion rate of steel after being coated is much lower. The longer the holding time of the coating, the thicker the layer formed, and the harder the surface that occurs, but it has an impact on decreasing the corrosion rate in the corrosive medium of 3.5% NaCl solution.

Keywords: Plating, Cu, Ni, Corrosion Rate, Hardness

1. Pendahuluan

Coating (pelapisan) merupakan pelapisan dari lapisan logam yang tipis pada permukaan material dasar [1]. Tujuan dari pelapisan adalah sebagai tahap perampungan atau penyelesaian akhir dari sekian banyak tahap pengerjaan logam untuk meningkatkan kualitas dari material yang diberi lapisan [2]. *Finishing* diperlukan bagi logam-logam yang mudah mengalami korosi, misalnya baja yang termasuk murah dan kuat sehingga efektif. *Finishing* juga berfungsi dekoratif, bumper mobil misalnya tidak hanya dikehendaki awet, tidak terkorosi tetapi juga tetap mengkilat cemerlang selama masa pakainya. Begitu pula untuk alat-alat lain keperluan rumah tangga sampai alat olah raga.

Ada banyak cara pelapisan pada logam yang dapat dilakukan diantaranya yaitu: cara *hotdeep coating*, *thermal spraying*, *sputtering*, dan *electroplating* [3]–[6]. Namun dalam dunia industri teknik *electroplating* paling banyak digunakan. *Electroplating* merupakan proses pengendapan ion-ion logam pelindung (anoda) yang dikehendaki di atas permukaan logam dasar yang akan dilindungi (katoda) secara elektrolisis [7]. Selama proses pengendapan berlangsung terjadi reaksi kimia dalam larutan elektrolit, dimana ion logam yang bermuatan (+)

akan bergerak menuju katoda. Untuk proses *electroplating* ini diperlukan arus listrik searah (DC) dan tegangan yang konstan [8].

Korosi adalah gejala yang timbul secara alami [9]. Secara sederhana dapat dijelaskan korosi sebagai reaksi logam dengan unsur-unsur bukan logam dari lingkungannya. Produknya biasanya oksida atau garam-garamnya yang pada gilirannya akan turut mempengaruhi jalannya reaksi lanjut. Sesederhana apa pun proses yang menyebabkan terjadinya korosi, namun korosi menjadi beban bagi peradaban manusia. Korosi membebani peradaban manusia dalam tiga cara [9]: (1) dari segi biaya korosi itu sangat mahal, (2) korosi sangat memboroskan sumber daya alam, (3) korosi sangat tidak nyaman bagi manusia dan kadang-kadang malah mendatangkan maut.

Pengendalian korosi dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan teknologi pelapisan (*coating*) [10]. Alasan penggunaan *coating* adalah (1) perlindungan korosi, (2) tampilan yang menarik, (3) daya tahan, (4) menambah konduktivitas listrik, (5) memperbaiki kemampuan patri, (6) menjadikan permukaan licin. Teknologi *coating* yang pada umumnya sering digunakan secara luas adalah *electroplating*. Metode *electroplating* tetap menonjol karena biayanya rendah, mudah dilakukan, mampu bekerja pada temperatur rendah dan mudah di aplikasikan pada komponen dengan bentuk yang kompleks dan besar [11].

Hampir semua produk yang terbuat dari logam selalu dilapisi, baik dengan cat, *di-plating* ataupun dengan proses yang lain. Aneka produk demi rasa keindahan serta tujuan industri, termasuk aspek ketahanan korosi, keausan, diberikan perlakuan pelapisan permukaan (*coating*). Mulai dari alat-alat rumah tangga, kendaraan, bangunan, sampai pabrik menerapkan IPTEK pelapisan logam ini.

Nikel (Ni) dan tembaga (Cu) merupakan logam yang banyak diaplikasikan dalam industri pelapisan logam. Cu sangat baik digunakan sebagai lapisan dasar sebelum dilakukan proses pelapisan Ni. Cu memiliki sifat yang ulet, lunak dan tidak cepat teroksidasi. Sedangkan Ni memiliki sifat yang tahan terhadap korosi. Kombinasi dari Ni dan Cu diharapkan dapat melindungi baja karbon dari serangan korosi [12].

Pada penelitian ini, pelapisan Cu-Ni dengan teknik lapis listrik (*electroplating*) pada baja karbon rendah dilakukan untuk mengetahui perubahan sifat fisis dan mekanik dari komponen uji yang meliputi ketebalan lapisan, kekerasan permukaan dan laju korosi.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan memberikan perlakuan terhadap benda uji dengan metode *electroplating*, dimana benda uji diberikan perlakuan *electroplating* Cu pada beberapa variasi waktu tahan yang sudah ditetapkan, lalu dilanjutkan dengan *electroplating* Ni. *Electroplating* dilakukan dengan menggunakan DC *power supply*, baik untuk *electroplating* Cu maupun Ni.

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini antara lain, yaitu:

1. Satu set peralatan *electroplating*
2. Mesin potong dan perlengkapannya
3. Mesin pemoles
4. Jangka sorong dengan ketelitian 0,02 mm
5. Alat uji kekerasan
6. Timbangan digital dengan ketelitian 0,0001 gram

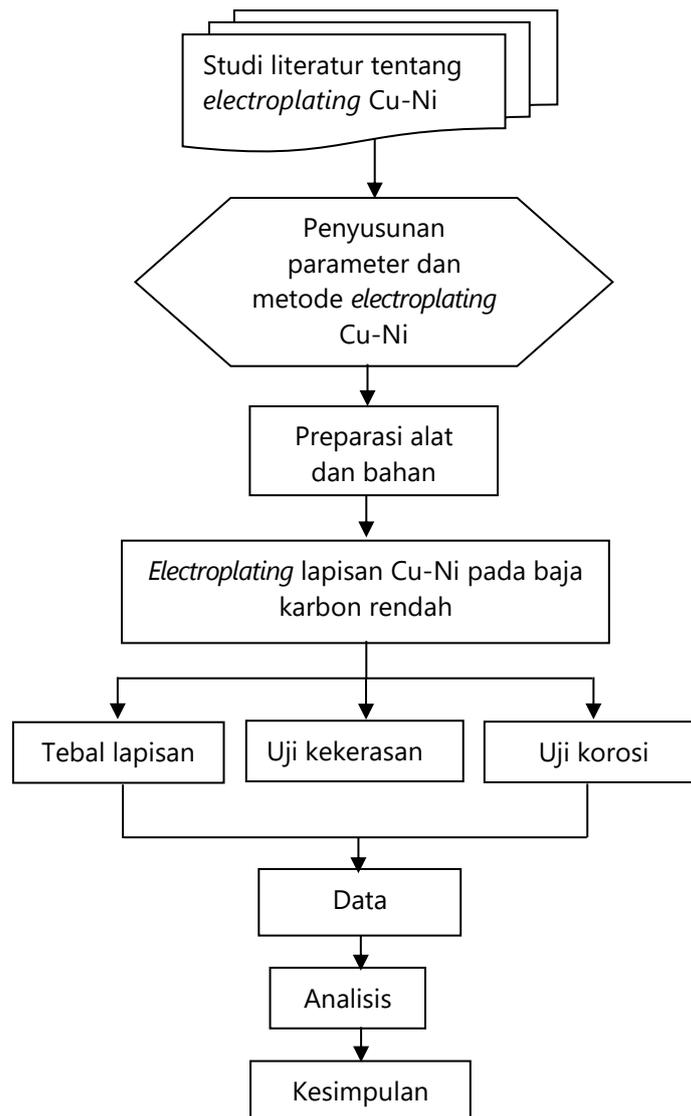
Selanjutnya bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Baja karbon rendah Ms 7210
2. 1 Kg CuSO_4
3. 1 Kg NiSO_4
4. 1 Kg NiCl
5. 1 liter H_2SO_4
6. 1 Kg asam borat
7. Logam Ni

8. Logam Cu
9. 5 liter aquades
10. Autosol
11. Kertas ampelas

2.2 Pelaksanaan Penelitian

Sesuai dengan rencana, tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat seperti yang digambarkan pada diagram alir penelitian Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alur Proses Penelitian

2.2.1 Membuat Spesimen Uji

Langkah pertama adalah menyiapkan benda uji yang akan dijadikan sampel dalam penelitian ini. Sampel benda pengujian dibuat dengan ukuran 30 mm x 30 mm x 6 mm, sebanyak enam buah. Lima buah diberikan perlakuan pelapisan Cu-Ni dengan teknik *electroplating*. Satu buah sampel berfungsi sebagai *raw material*. Variasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah variasi waktu. Kuat arus, voltase dan konsentrasi larutan adalah konstan.

Setelah benda uji disiapkan, lalu dibersihkan dari kotoran yang menempel pada benda kerja. Kotoran anorganik berupa karat yang terdapat pada permukaan benda dibersihkan dengan cara mengampelasnya. Sedangkan kotoran organik dibersihkan dengan cara pembilasan. Setelah permukaan benda yang akan dilapisi benar-benar rata dan bersih, selanjutnya tahapan pelapisan dapat dilakukan.

2.2.2 Membuat Larutan Elektrolit

Semua komponen bahan larutan elektrolit ditimbang sesuai dengan takarannya, lalu dilarutkan dalam larutan *aquades*. Bak *plating* disiapkan dan perangkat pendukungnya di-*setting* sesuai dengan jenis pelapisan yang diterapkan. Langkah pertama pada benda kerja akan diterapkan pelapisan dengan Cu. Konsentrasi larutan Cu yang dipakai seperti terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Larutan Elektrolit Pelapisan Cu

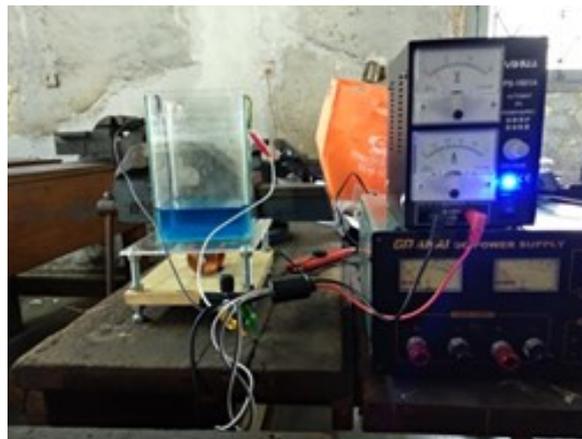
Bahan kimia	Konsentrasi (g/l)
Tembaga Sulfat (CuSO_4)	220
Asam Sulfat (H_2SO_4)	50

Variasi yang dilakukan pada pelapisan Cu adalah lama waktu tahan pelapisan, konsentrasi larutan elektrolit konstan. Variasi waktu tahan yang diterapkan adalah: 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit.

Setelah pelapisan Cu terhadap benda uji dilaksanakan sebagai mana yang sudah diatur menurut variasi waktu yang dilaksanakan, maka selanjutnya dilakukan pelapisan dengan logam Ni. Adapun komposisi larutan *plating* Ni yang diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai mana yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Larutan Elektrolit Pelapisan Ni

Bahan Kimia	Konsentrasi (g/l)
Nikel Sulfat (NiSO_4)	240
Nikel Klorida (NiCl)	45
Asam Borat	30



Gambar 2. Proses *Electroplating* Cu

Pelapisan Ni diterapkan pada semua benda uji yang sudah dilapisi Cu. Waktu tahan pelapisan Ni ditetapkan selama 10 menit. Setelah semua tahap pelapisan dilakukan pada sampel benda uji sesuai dengan kriteria yang sudah ditetapkan, maka selanjutnya diteruskan dengan melakukan pengujian-pengujian pada benda kerja untuk mendapatkan data penelitian.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

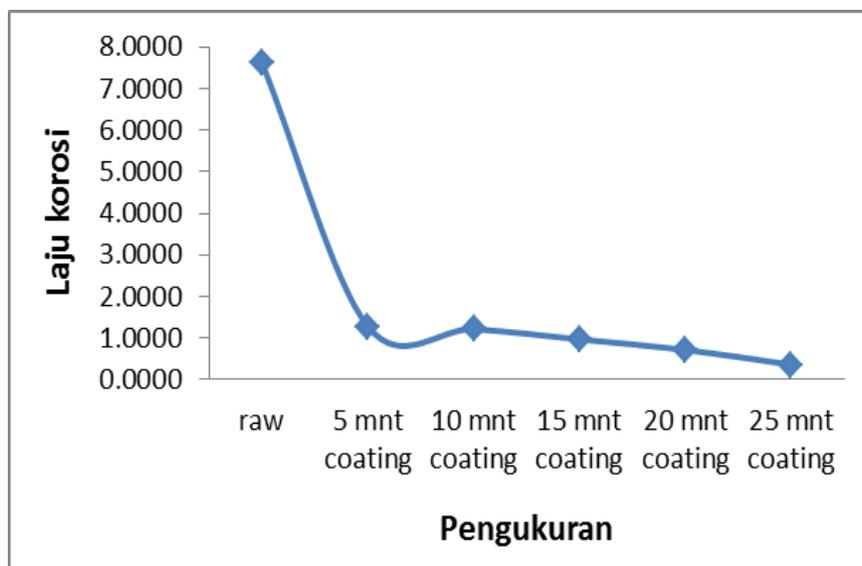
3.1 Pengujian Laju Korosi

Korosi adalah kerusakan material yang disebabkan oleh reaksi material tersebut dengan lingkungan. Uji korosi menggunakan metode kehilangan berat (*weight loss*). Benda uji direndam dalam larutan korosif selama beberapa waktu, dimana sebelum perendaman berat benda ditimbang dan setelah itu benda kembali ditimbang. Selisih berat benda mula-mula dan setelah perendaman disebut sebagai kehilangan berat akibat peristiwa korosi. Media korosi menggunakan larutan NaCl 3,5 %. Benda uji direndam dalam larutan ini selama empat hari.

Tabel 3. Hasil Pengujian Korosi

Material	Waktu korosi	Jumlah Massa Hilang (g)	Laju korosi (mmpy)
Raw	4 hari	1,3268	7,6163
5 menit		0,2227	1,2783
10 menit		0,2118	1,2159
15 menit		0,1688	0,9691
20 menit		0,1253	0,7190
25 menit		0,0630	0,3617

Hasil pengujian korosi diperlihatkan pada Tabel 3. Dari Tabel 3 terlihat bahwa pelapisan Cu-Ni telah menurunkan laju korosi material uji. Setelah dilakukan perendaman selama 4 hari dalam media korosif, terjadi penurunan massa benda uji secara berurutan mulai dari *raw* material, yaitu: 1,3268, 0,2227, 0,2118, 0,1688, 0,1253, 0,0630 g. Penyusutan massa benda uji tersebut menggambarkan besaran korosi yang terjadi setelah dilakukan pengujian korosi.



Gambar 3. Grafik Hubungan Lamanya Waktu Pelapisan Dengan Laju Korosi Pada Media Larutan NaCl 3,5%.

Hubungan antara lamanya waktu pelapisan dan laju korosi ditunjukkan pada Gambar 3. Tabel 3 dan Gambar 3 memperlihatkan bahwa peningkatan lamanya waktu pelapisan menyebabkan penurunan laju korosi hingga 0,36 mmpy.

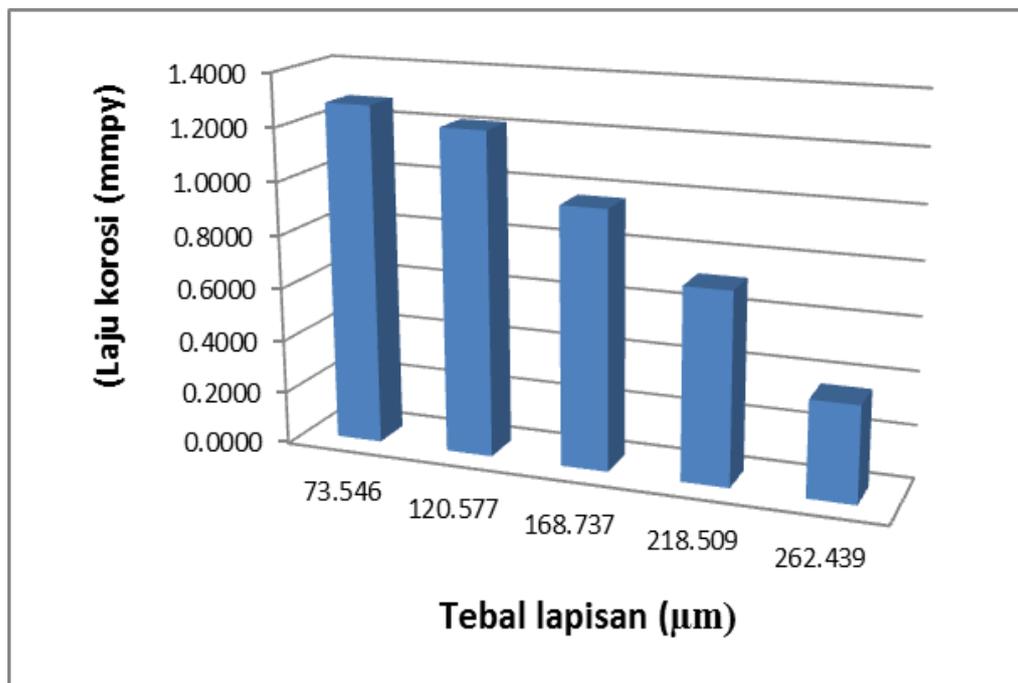
3.2 Tebal Lapisan Cu-Ni

Variasi lamanya waktu pelapisan juga berdampak terhadap tebalnya lapisan Cu-Ni pada substrat benda uji. Sesuai dengan konsep hukum Faraday yang melandasi teknik pelapisan dengan metode *electroplating*. Dimana banyaknya massa logam yang lepas dari anoda sebanding dengan jumlah ion logam yang mengendap pada katoda. Variabel waktu mempengaruhi tebalnya lapisan logam pada katoda. Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran tebalnya lapisan Cu-Ni pada benda uji.

Tabel 4. Tebal Lapisan Cu-Ni dan Laju Korosi

Waktu Pelapisan (menit)	Tebal Lapisan (μm)	Laju Korosi (mmpy)
5	73,546	1,2783
10	120,577	1,2159
15	168,737	0,9691
20	218,509	0,7190
25	262,439	0,3617

Dari Tabel 4 terlihat bahwa tebal lapisan Cu-Ni pada permukaan substrat benda uji juga berdampak terhadap laju korosi. Tebalnya lapisan Cu-Ni pada permukaan substrat setelah dilakukan uji korosi dalam lingkungan media korosif larutan 3,5% NaCl dapat menurunkan laju korosi. Gambar 4 menerangkan perbandingan laju korosi berdasarkan tebalnya lapisan Cu-Ni pada permukaan benda uji.



Gambar 4. Grafik Tebalnya Lapisan Cu-Ni Terhadap Laju Korosi.

Tebalnya lapisan Cu-Ni yang terbentuk pada benda uji berdasarkan waktu tahan proses *electroplating* dapat meningkatkan daya tahan terhadap korosi sampai mencapai 3,5 kali lebih tinggi dari lapisan yang tertipis.

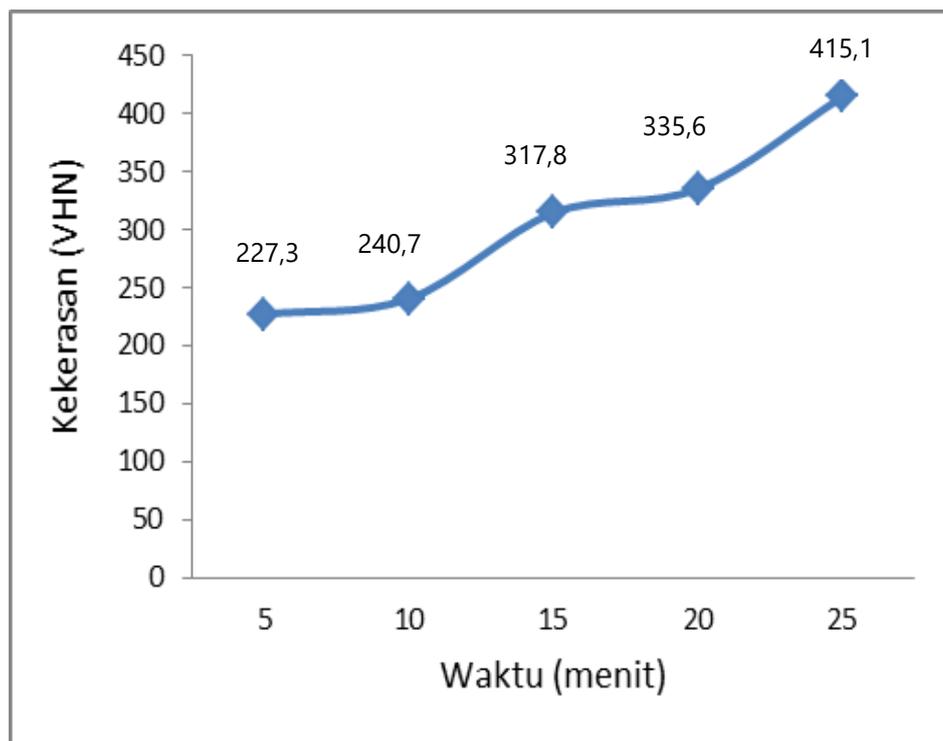
3.3 Kekerasan Permukaan dan Laju Korosi

Peningkatan waktu tahan *electroplating* Cu-Ni pada benda uji berbanding lurus dengan nilai kekerasannya. Uji kekerasan mikro-*hardness* menunjukkan hasil kekerasan permukaan semakin meningkat sesuai dengan penambahan waktu tahan proses *electroplating* Cu-Ni.

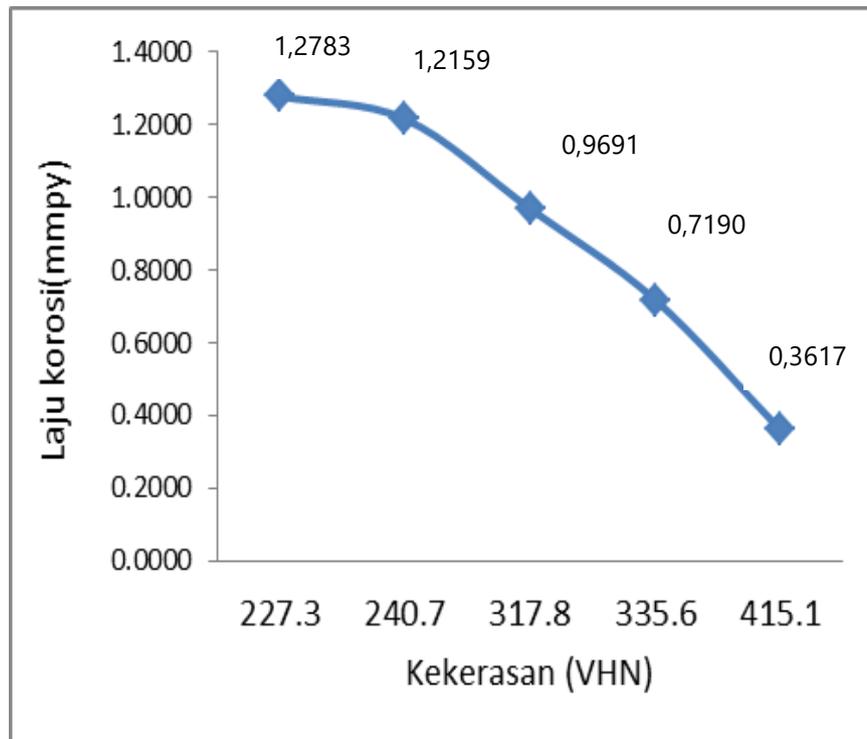
Tabel 5. Tebal lapisan Cu-Ni, Kekerasan dan laju korosi.

Waktu Tahan (menit)	Tebal (μm)	Kekerasan (VHN)	Laju Korosi (mppy)
5	73,546	227,3	1,2783
10	120,577	240,7	1,2159
15	168,737	317,8	0,9691
20	218,509	335,6	0,7190
25	262,439	415,1	0,3617

Tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran tingkat kekerasan permukaan baja karbon setelah dilakukan pelapisan Cu-Ni dengan lima variasi waktu tahan. Pelapisan selama 25 menit telah dapat meningkatkan kekerasannya mencapai 413,1 HV.



Gambar 5. Waktu tahan pelapisan Cu-Ni dan Kekerasan Permukaan



Gambar 6 kekerasan permukaan terhadap laju korosi

Hubungan antara waktu pelapisan dengan kekerasan lapisan Cu-Ni ditunjukkan pada Gambar 5. Dapat terlihat pada Gambar 5, terjadi peningkatan kekerasan seiring dengan bertambahnya waktu pelapisan. Kekerasan meningkat dan laju korosi menurun ditunjukkan pada Gambar 6. Peningkatan waktu pelapisan menurunkan laju korosi sampai mencapai 0,3617 mppy.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pelapisan Cu-Ni pada baja karbon rendah Ms 7210 dapat merubah sifat ketahanan korosinya.
2. Penurunan laju korosi yang dihasilkan pada baja Ms 7210 setelah dilapisi Cu-Ni yang direndam dalam media korosif larutan NaCl 3,5 % dapat mencapai 0,3617 mppy. Angka tersebut sangat rendah jika dibandingkan dengan laju korosi *raw material*nya pada kondisi yang sama sebesar 7,61 mppy.
3. Waktu tahan proses *electroplating* meningkatkan ketebalan lapisan, meningkatkan nilai kekerasan, dan menurunkan laju korosi.

5. Ucapan Terimakasih

Penyusun mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Teknik yang telah memberikan hibah penelitian dengan nomor 419/UN39.13.1/PT.02.01/2019.

6. Daftar Pustaka

- [1] A. D. Surya Darmawan, I. Dewa Ketut Okariawan, and N. Herlina Sari, "Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom," *Din. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 66–71, 2015.
- [2] H. Supriadi, "Studi Eksperimental Tentang Pengaruh Variasi Rapat Arus Pada Hard Chrome Electroplating Terhadap Karakteristik Permukaan Baja Karbon Rendah," *J. Mech.*, vol. 1, no. 1,

- pp. 1–6, 2010.
- [3] Siska Titik Dwiyati, S. Syamsuir, and M. T. Pangestu, "Kehilangan Massa Lapisan Tembaga-Nikel/Tembaga-Nikel-Silikon Pada Larutan HCl," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 7, no. 1, pp. 27–34, 2022, doi: 10.21009/jkem.7.1.4.
- [4] N. Cinca and J. M. Guilemany, "Thermal spraying of transition metal aluminides: An overview," *Intermetallics*, vol. 24, pp. 60–72, 2012, doi: 10.1016/j.intermet.2012.01.020.
- [5] V. S. Smentkowski, "Trends in sputtering," *Prog. Surf. Sci.*, vol. 64, no. 1, pp. 1–58, 2000, doi: 10.1016/S0079-6816(99)00021-0.
- [6] X. F. Cai, Y. Z. Huang, Y. G. Li, and L. N. Zhao, "Production process and technology development of hot-dip galvanizing," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 488, pp. 61–65, 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.488-489.61.
- [7] Syamsuir, Hamzah Fajar, Kurniawan Widodo, and Sopiyan, "Efek Pengadukan Saat Pelapisan Tembaga Pada Alumunium Terhadap Laju Korosi," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 6, no. 1, pp. 44–48, 2019, doi: 10.21009/jkem.6.1.8.
- [8] H. Supriadi and K. Fadlil, "Pengaruh Rapat Arus Dan Temperatur Elektrolit Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Efisiensi Katoda Pada Elektroplating Tembaga Untuk Baja Karbon Sedang," *J. Mech.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–37, 2013.
- [9] Kenneth R. Trethewey, *Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama., 1991.
- [10] A. P. Bayuseno, "Analisa Laju Korosi Pada Baja Untuk Material Kapal Dengan Dan Tanpa Perlindungan Cat," *Rotasi*, vol. 11, no. 3, pp. 32-37–37, 2009, doi: 10.14710/rotasi.11.3.32-37.
- [11] F. B. Susetyo, M. C. Fajrah, and B. Soegijono, "Effect of Electrolyte Temperature on Properties of Nickel Film Coated onto Copper Alloy Fabricated by Electroplating," *e-Journal Surf. Sci. Nanotechnol.*, vol. 18, pp. 223–230, 2020, doi: 10.1380/ejsnt.2020.223.
- [12] F. B. Susetyo, S. T. Dwiyati, and M. T. Pangestu, "Kehilangan Massa Pada Larutan HCl Dan NaCl Baja Karbon Rendah Hasil Elektroplating Tembaga-Nikel," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 15–20, 2019, doi: 10.52447/jktm.v4i1.1471.