

## Efek kuat arus dan waktu proses elektroplating pada material baja

Karwita Mustopa<sup>1\*</sup>, Abdul Hadi<sup>2</sup>, Egi Nuraliansyah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang,  
HS. Ronggo Waluyo Puseurjaya, Kec. Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361

\*Email: 1810631150004@student.unsika.ac.id

### ABSTRAK

Proses pelapisan logam banyak sekali dilakukan terutama pada bidang industri, salah satu proses pelapisan logam itu adalah elektroplating. Elektroplating atau biasa disebut dengan lapis listrik adalah suatu proses pengendapan logam pada permukaan suatu logam atau non logam (benda kerja), secara elektrolisa. Endapan yang terjadi bersifat adhesif terhadap logam dasar. Logam-logam yang dapat digunakan sebagai pelapis adalah nikel, chromium, mangan, arsen, platinum, aurum, plumpun, dan lain-lain. Pada penelitian ini proses elektroplating menggunakan mesin elektroplating buatan sendiri, menggunakan mesin itu dilakukan percobaan untuk meneliti pengaruh kuat arus dan waktu proses elektroplating dengan nikel terhadap kekerasan dan laju korosi baja. Variasi kuat arus yang digunakan adalah 2 dan 3 ampere, sedangkan untuk variasi waktu proses elektroplating digunakan 10, 15, dan 20 menit. Dari hasil penelitian, dapat diperoleh baha semakin besar kuat arus dan semakin lama proses elektroplating yang diterapkan pada baja SS400, maka akan semakin tinggi nilai kekerasannya. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen dengan kuat arus 3 ampere dan waktu pencelupan selama 15 dan 20 menit yaitu 20,17 HRc. Semakin besar kuat arus dan semakin lama proses elektroplating yang diterapkan pada baja SS400, maka akan menurunkan laju korosinya. Laju korosi terendah diperoleh pada proses elektroplating dengan kuat arus 3 ampere dan waktu pencelupan selama 20 menit yaitu  $4,61 \times 10^{-6}$  mmpy.

**Kata Kunci:** arus, elektroplating, waktu.

### ABSTRACT

*Metal coating process is done a lot, especially in the industrial field, one of the metal coating process is electroplating. Electroplating or commonly referred to as electricity is a process of metal deposition on the surface of a metal or non-metal (workpiece), electrolysis. The precipitate that occurs is adhesive to the base metal. The metals that can be used as coatings are nickel, chromium, manganese, arsenic, platinum, aurum, plumpun, and others. In this study the electroplating process using a homemade electroplating machine, using the machine was conducted an experiment to examine the effect of current and time of electroplating with nickel on the hardness and corrosion rate of steel. Variations in current strength used are 2 and 3 amperes, while for variations of the time the electroplating process is used 10, 15, and 20 minutes. From the results of the study, it can be obtained that the greater the current strength and the longer the electroplating process applied to SS400 steel, the higher the hardness value. The highest hardness value is found in spesimens with a current of 3 amperes and a dyeing time of 15 and 20 minutes, namely 20.17 HRc. The greater the current strength and the longer the electroplating process applied to SS400 steel, the lower the corrosion rate. The lowest corrosion rate was obtained in the electroplating process with a current of 3 amperes and a dyeing time of 20 minutes ie  $4.61 \times 10^{-6}$  mmpy.*

**Keywords:** electroplating, flow, time

## 1. PENDAHULUAN

Proses pelapisan logam sangat banyak dilakukan terutama pada bidang industri, salah satu proses pelapisan logam itu adalah elektroplating. Elektroplating atau biasa disebut dengan lapis listrik adalah suatu proses pengendapan logam pada permukaan suatu logam atau non logam (benda kerja), secara elektrolisa. Endapan yang terjadi bersifat *adhesive* terhadap logam dasar. Logam-logam yang dapat digunakan sebagai pelapis adalah nikel, chromium, mangan, arsen, platinum, aurum, plumpun, dan lain-lain [1, 2]. Salah satu logam yang digunakan sebagai pelapis pada plat baja, tembaga atau logam lain agar terlindungi dari korosi dan menghasilkan permukaan yang halus serta mempunyai bentuk yang mengkilap adalah nikel. Nikel tahan terhadap panas, tahan korosi, tidak rusak oleh air laut dan alkali. Nikel bisa rusak oleh asam nitrat dan sedikit terkorosi oleh asam khlor dan asam sulfat [3, 4].

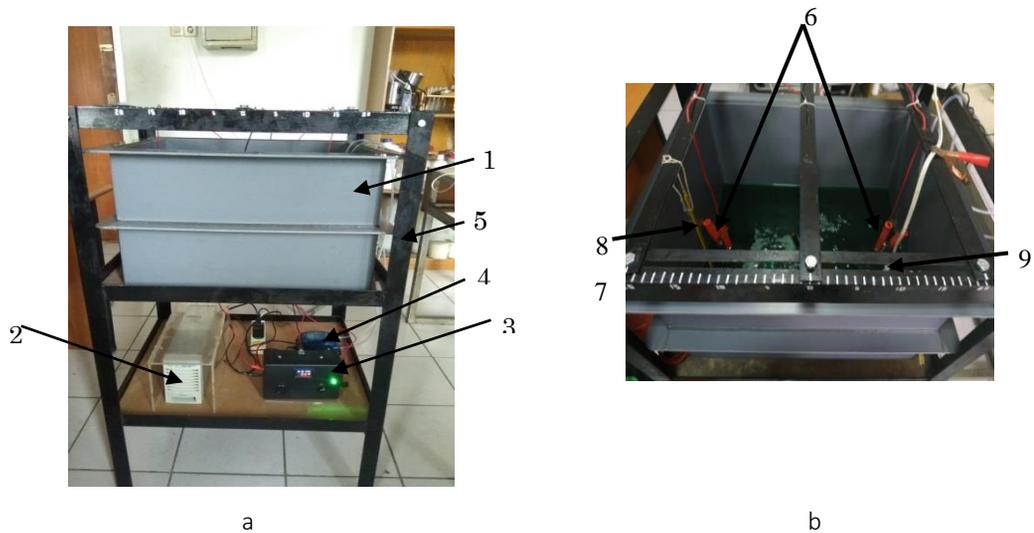
Dalam teknologi pengerjaan logam, proses elektroplating atau lapis listrik termasuk kedalam proses pengerjaan akhir (metal finishing). Fungsi utama dari pelapisan logam adalah melindungi logam dasar dari korosi baik itu melindungi dengan logam yang lebih mulia seperti pelapisan platina, emas dan baja atau melindungi dengan logam dasar yang kurang mulia seperti pelapisan seng pada baja [1]. Elektroplating juga memperbaiki kehalusan atau bentuk permukaan dan toleransi logam dasar, misalnya: pelapisan nikel, dan chromium [1]. Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh suhu dan waktu pelapisan tembaga-nikel pada baja karbon rendah secara elektroplating terhadap nilai ketebalan dan kekerasan. Dari hasil yang didapat diketahui bahwa ketebalan lapisan tembaga menyamai secara teori dan eksperimen terjadi pada suhu 40°C dengan waktu 10 menit yaitu 42.8µm, sedangkan untuk lapisan nikel terjadi pada suhu 65°C dengan waktu 20 menit 65.4 µm. Dengan semakin tingginya suhu operasional nilai kekerasan permukaan dan ketebalan lapisan semakin meningkat [5].

Penelitian mengenai pengaruh variasi kuat arus listrik dan waktu proses elektroplating terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan ketebalan lapisan pada baja karbon rendah dengan krom. Dari penelitian ini didapatkan ketebalan spesimen hasil proses elektroplating semakin meningkat seiring bertambahnya arus dan waktu yang diberikan atau dapat dikatakan berbanding lurus dengan naiknya arus dan waktu, Kekerasan yang di hasilkan berbanding lurus dengan kuat arus dan waktu dimana hasil kekerasan yg tertinggi dengan arus 27,3 A dan waktu 15 menit adalah 239,58 kg/mm<sup>2</sup> atau 12,621 % lebih keras dibandingkan raw material. Untuk hasil uji tariknya, di mana perbedaan kekuatan tarik raw material dengan nilai tertinggi adalah 6,65% dimana nilai tertinggi 627,8 N/m<sup>2</sup> [4]. Berdasarkan uraian diatas maka penulis mencoba untuk menganalisis pengaruh waktu dan kuat arus proses elektroplating terhadap kekerasan dan laju korosi baja menggunakan pelapisan nikel. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data nilai kekerasan dan nilai laju korosi dari pengaruh elektroplating dengan variasi besar arus listrik 2ampere dan 3 ampere, serta lama waktu pencelupan proses elektroplating 10, 15, dan 20 menit.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan alat yang dirancang sendiri, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Alat Elektroplating dan komponennya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. a) alat elektroplating tampak depan, b) alat elektroplating tampak atas

Keterangan :

1. Bak penampung elektrolit
2. Rectifer
3. Box Kontroler
4. Airator
5. Rangka
6. Penjepit anoda
7. Penjepit katoda
8. Termometer
9. *Heater/ pemanas*

Alat yang digunakan pada penelitian ini di antaranya adalah mesin gerinda, alat uji kekerasan (Rockwell), kertas universal, neraca digital, timer, gelas ukur, termometer, amplas, pemanas air. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: baja SS400, nikel sulfat, nikel *chloride* ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), asam borat ( $\text{H}_2\text{BO}_3$ ), nikel *brightener* (Nisol 1206), nikel *brightener* (Nisol 1207), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), asam klorida ( $\text{HCl}$ ), anoda nikel, air laut.

## 2.2 Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap preparasi sampel baja, tahap pembuatan larutan elektrolit dan proses elektroplating serta tahap pengujian kekerasan dan laju korosi baja.

### 2.2.1 Preparasi Sampel Baja

Sampel baja yang digunakan dipreparasi dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Memotong spesimen uji menggunakan gerinda tangan.
- b. Membersihkan baja dan memperhalus permukaannya menggunakan amplas.
- c. Mencuci baja kedalam air bersih.

- d. Masukkan benda kerja kedalam larutan NaOH 10g/lit pada temperatur 60°C lalu dicuci dengan air bersih.
- e. Rendam kedalam larutan HCl 10% selama 5 menit untuk menghilangkan karatnya kemudian bilas dengan air bersih.
- f. Rendam kedalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5% kemudian bilas dengan air bersih.

### **2.2.2 Pembuatan Larutan Elektrolit dan Proses Elektroplating**

#### *Pembuatan larutan elektrolit*

Komposisi larutan elektrolit terdiri dari:

NiSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	260gram/liter
NiCl <sub>6</sub> H <sub>2</sub> O	35 gram/liter
H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	35 gram/liter
Nisol 1206	30 CC
Nisol 1207	10 CC

1. Panaskan aquades sampai suhu 40°C
2. Masukkan NiSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O kedalam aquades yang sudah dipanaskan kemudian aduk sampai larut semua
3. Masukkan NiCl<sub>6</sub>H<sub>2</sub>O, aduk sampai larut semua
4. Masukkan H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>, aduk sampai semua bahan larut
5. Masukkan Nisol 1206 dan 1207, kemudian aduk sampai semua bahan menjadi larut

#### *Proses elektroplating*

Langkah-langkah proses elektroplating antara lain adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan Nikel (anoda) ke kutub positif dan baja SS400 (katoda) ke kutub negatif.
2. Melakukan proses elektroplating dengan variasi kuat arus (2 dan 3 Amper) dan waktu elektroplating (10, 15, dan 20) menit
3. Memutuskan arus setelah selesai elektroplating dan mengangkat benda uji.
4. Mencuci dan mengeringkan baja hasil elektroplating.
5. Menimbang sampel hasil elektroplating

### **2.3 Pengujian Kekerasan dan Laju Perhitungan Laju Korosi Baja**

#### *Pengujian kekerasan*

Pengujian kekerasan menggunakan mesin *Rockwell* dengan beban 150 kgf. Langkah-langkah pada pengujian kekerasan adalah:

1. Pemasangan landasan dan penekanan.
2. Putar landasan sampai mendekati spesimen
3. Atur skala pada C (pembebanan 150 kgf)
4. Tarik *handel* pembebanan ke depan, tunggu 45 detik
5. *Handel* beban ditarik ke belakang
6. Baca skala kekerasan

#### *Pengujian laju korosi*

Tahap-tahap yang dilakukan untuk menentukan laju korosi spesimen uji adalah sebagai berikut:

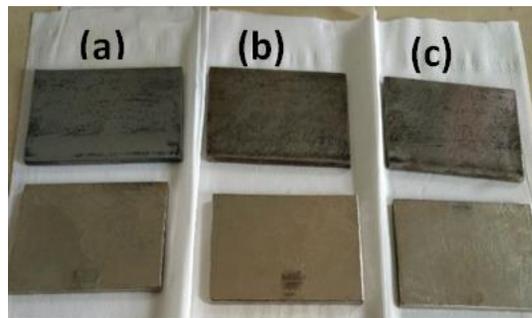
1. Menyiapkan medium korosif yaitu air laut kedalam wadah
2. Merendam baja yang belum dielektroplating dan yang sudah dielektroplating dalam medium selama 725 jam.
3. Membersihkan sampel yang telah korosif direndam dan menimbangnya setelah kering
4. Menghitung laju korosinya

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan dari pengujian elektroplating adalah berupa spesimen *raw material* yang belum di-electroplating dan spesimen hasil electroplating dengan variasi arus 2 dan 3 ampere serta waktu pencelupan 10,15, dan 20 menit. Selanjutnya spesimen tersebut akan diuji kekerasan serta laju korosinya.

#### 3.1 Foto Mikro Hasil Pelapisan Nikel

Foto makro hasil pelapisan nikel merupakan foto perbandingan antara spesimen yang belum dilapisi oleh nikel atau raw material dengan spesimen yang telah dilapisi nikel dengan variasi arus dan waktu yang telah ditentukan [6]. Hasil foto pelapisan dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



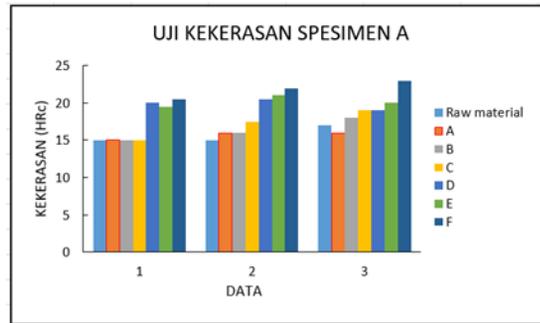
Gambar 2. Foto makro hasil pelapisan nikel

Gambar 2 (a) merupakan hasil pelapisan nikel dengan waktu 10 menit, dari hasil foto makro terlihat nikel yang menempel masih kurang rata dan terlihat masih belum sempurna dan agak kasar. Gambar 2 (b,c) pelapisan nikel dengan waktu pencelupan 15 dan 20 menit, dari hasil foto makro terlihat mirip, namun pada spesimen (b) 15 menit pencelupan terlihat nikel yang menempel masih kurang dibandingkan dengan spesimen (c), terlihat nikel yang menempel sudah merata dan permukaannya lebih halus.

Hal ini disebabkan waktu pencelupan mempengaruhi proses perpindahan ion positif ke negatif pada proses pelapisan elektroplating, proses ini membuktikan bahwa hasil pelapisan dipengaruhi oleh arus, waktu yang digunakan, sebagaimana penelitian yang Ahmad [7] menggunakan metode electroplating dengan variasi waktu pelapisan 4, 8, dan 12 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama proses pencelupan maka akan semakin tebal nikel yang menempel pada spesimen uji [1]. Waktu pencelupan yang lama akan menyebabkan waktu perpindahan ion positif ke negatif lebih lama.

#### 3.2 Uji Kekerasan

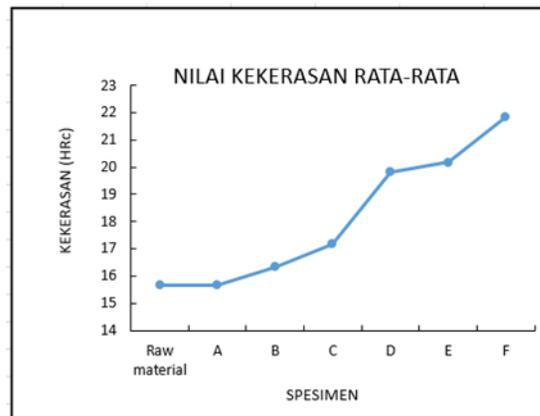
Uji kekerasan pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Akademi Teknik Mesin Industri Cikarang. Data kekerasan benda uji diperoleh melalui pengujian kekerasan dengan menggunakan alat uji Rockwell, Indentor yang digunakan adalah kerucut intan dengan sudut puncak  $120^\circ$  yang ditekan pada permukaan benda uji selama 45 detik dengan beban 150 kgf. Pengujian kekerasan dilakukan pada permukaan spesimen sebanyak 3 kali.



Gambar 3. Perbandingan nilai data uji keras

Elektroplating terhadap nilai kekerasan spesimen. Setiap spesimen dilakukan pengujian kekerasan sebanyak 3 kali. Selain itu pengaruh kuat arus dan waktu pencelupan proses elektroplating pada nilai kekerasan spesimen juga ditunjukkan seperti pada Gambar 3-4.

Dapat dilihat pada Gambar 4 menunjukkan grafik hasil uji kekerasan spesimen sebelum dan setelah di elektroplating. Pada spesimen 1 yang diproses dengan kuat arus 2 ampere



Gambar 4. Nilai kekerasan rata-rata

Waktu pencelupan selama 10 menit, nilai rata-rata kekerasannya sama dengan raw material yaitu 15,67 HRc. Nilai kekerasan tertinggi ada pada spesimen 5 dan 6 yaitu spesimen dengan kuat arus 30 ampere dengan waktu pencelupan 15 dan 20 menit, dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 20,17 HRc.

Tabel 1. Data hasil uji laju korosi

Spesimen	Kuat Arus (Ampere)	waktu Pencelupan (Detik)	Massa spesimen			Nilai Laju Korosi (mmpy)
			Sebelum Direnda m (gr)	Setelah Direnda m (gr)	Massa yang Hilang	
Raw Material			46.72	46.65	0.07	2424.25
1	2	600	44.12	44.07	0.05	1731.61
2	2	900	46.22	46.18	0.04	1385.28
3	2	1200	45.3	45.26	0.04	1385.28
4	3	600	46.1	46.07	0.03	1038.96
5	3	900	49.01	49	0.01	346.32
6	3	1200	47.62	47.61	0.01	346.32

Hasil pengujian tersebut sesuai dengan penelitian Darmawan D.P, et al. [8] meneliti tentang pengaruh variasi kuat arus listrik dan waktu proses elektroplating terhadap kekuatan tarik, kekerasan, ketebalan lapisan pada baja karbon rendah dengan krom. Kekerasan tertinggi yang diperoleh pada arus 27,3 ampere selama 15 menit sebesar 3,58 VHN [8].

Pada Gambar 4 terlihat grafik nilai kekerasan yang cenderung naik, tapi ada di beberapa spesimen yang nilai kekerasannya tetap. Hal ini disebabkan karena lapisan yang dihasilkan sampel kurang bagus dan lapisan tidak merata, tapi secara rata-rata nilai kekerasan spesimen hasil elektroplating kekerasannya meningkat dibandingkan dengan nilai kekerasan pada *raw material*

### 3.3 Uji Laju Korosi

Korosi dapat dikatakan sebagai penurunan kualitas logam. Korosi dapat terjadi akibat reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan. Salah satu kondisi lingkungan yang sering mengakibatkan korosi pada besi adalah air laut. Untuk mengetahui nilai laju korosi pada material, maka spesimen dilakukan perendaman pada air laut. Spesimen berukuran 40mm x 40mm x 4mm dan mempunyai luas permukaan 3840 mm<sup>2</sup>, direndam dalam air laut selama 725 jam. Spesimen ditimbang sebelum dan setelah direndam pada air laut, untuk dapat dihitung nilai laju korosinya menggunakan persamaan berikut.

$$CR = \frac{K.W}{A.T.\rho} \quad (1)$$

dimana:  $CR$  : Laju korosi (mmpy)

$K$  : Konstanta laju korosi

$W$  : Selisih massa (gr)

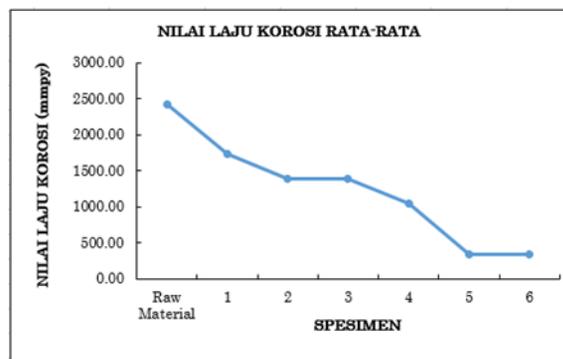
$T$  : Waktu perendaman (jam)

$A$  : Luas permukaan (cm<sup>2</sup>)

$\rho$  : Massa jenis baja (gr/cm<sup>3</sup>)

Pada Tabel 1 menunjukkan data-data yang didapatkan sebelum dan setelah dilakukan uji korosi, dengan menggunakan data-data tersebut dapat dihitung juga laju korosinya dengan memasukkannya ke persamaan diatas.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa besarnya kuat arus dan lamanya waktu proses pencelupan berpengaruh pada nilai laju korosinya. Semakin lama waktu proses elektroplating semakin baik juga laju korosinya, begitu pula dengan arus yang digunakan semakin besar kuat arus yang digunakan semakin bagus juga laju korosinya. Nilai laju korosi tertinggi terdapat pada raw material yaitu 2424.25 mmpy, dan nilai laju korosi terendah terdapat pada spesimen 6 yaitu 346.32 mmpy.



Gambar 5. Hasil uji korosi

### 3.4 Daya dan Energi Listrik yang Digunakan

Pada proses elektroplating yang dimana pengerjaannya memerlukan kuat arus dan waktu pencelupan, maka perlu kita hitung juga berapa daya dan energi yang dibutuhkan untuk proses elektroplating tersebut. Untuk mencari daya dan energi dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \quad (2)$$

$$P = \frac{W}{t} \quad (3)$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

I = Kuat arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

W = Energi listrik (Joule)

t = Waktu (Detik)

Pada proses elektroplating ini didapatkan daya dan energi yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Data hasil perhitungan daya dan energi

Spesimen	Kuat arus (ampere)	Waktu pencelupan (detik)	Tegangan (volt)	Daya (watt)	Energi (joule)
1	2	600	4	8	4800
2	2	900	4	8	7200
3	2	1200	4	8	9600
4	3	600	6	18	10800
5	3	900	6	18	16200
6	3	1200	6	18	21600

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa kuat arus dan waktu pencelupan akan mempengaruhi pada daya dan energi listrik yang digunakan, semakin besar kuat arus dan waktu pencelupan maka akan semakin besar pula daya dan energi listrik yang digunakan. Daya dan energi listrik paling besar terdapat pada proses elektroplating spesimen 6 dengan kuat arus 3 ampere dan waktu pencelupan 1200 detik dengan nilai daya 18 watt dan energi listrik 21600 joule atau 21,6 KJ.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa semakin besar kuat arus dan semakin lama proses elektroplating yang diterapkan pada baja SS400, maka akan semakin tinggi nilai kekerasannya. Dan semakin besar kuat arus dan semakin lama proses elektroplating yang diterapkan pada baja SS400, maka akan menurunkan laju korosinya. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen dengan kuat arus 3 ampere dan waktu pencelupan selama 15 dan 20 menit yaitu 20,17 HRc. Dan laju korosi terendah diperoleh pada proses elektroplating dengan kuat arus 3 ampere dan waktu pencelupan selama 20 menit yaitu 346.32 mmpy.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Paridawati, "Analisa besar pengaruh tegangan listrik terhadap ketebalan pelapisan chrome pada pelat baja dengan proses electroplating," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma "45" Bekasi*, vol. 1, no. 1, pp. 36-44, 2013 2013.
- [2] Najamudin, Z. Muhamad, and Kunarto, "Analisis sifat mekanis pada logam dengan metode pelapisan vernikel-chrome yang dipengaruhi waktu pelapisan," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 19-27, 2019.

- [3] R. Ornelasar, "Analisa laju korosi pada stainless steel 304 menggunakan metode ASTM G31-72 pada media air nira aren," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 112-117, 2015.
- [4] N. Nugraha, M. Azis, O. Fauzi, and I. Ulum, "Pengujian mesin komposter komunal sampah rumah tangga tipe rotary horizontal kapasitas 40 kg," *Machine; Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 8-13, 2020.
- [5] A. T. Mulyadi, "Pengaruh Variasi Waktu Elektroplating Tembaga, Nikel dan Tembaga-Nikel-Ferro Terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon Rendah," Sarjana Skripsi, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 2018.
- [6] P. Puspitasari, Wahono, R. A. Dwiyanana, and J. W. Dika, "Analysis of thickness and colour changes of medium carbon steel subjected to nickel electroplating," vol. 1887, no. 1, p. 020078, 2017, doi: 10.1063/1.5003561.
- [7] M. A. Ahmad, "Analisa pengaruh besar tegangan listrik terhadap ketebalan pelapisan chrom pada pelat baja dengan proses elektroplating," Sarjana Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2011.
- [8] A. S. Darmawan D.P, I. D. Ketut Okariawan, and N. H. Sari, "Pengaruh variasi kuat arus listrik dan waktu proses electroplating terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan ketebalan lapisan pada baja karbon rendah dengan krom," *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 5, no. 2, 2015-07-30 2015. [Online]. Available: <http://dinamika.unram.ac.id/index.php/DTM/article/view/31>.