

Pengaruh Warna Pelapis dan Ketebalan Lapisan Pada Proses *Zinc Electroplating* Terhadap Laju Korosi Baja AISI 1015

Muttaqin Haqiqi¹, Rusiyanto¹, Deni Fajar Fitriyana¹, Kriswanto¹

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah artikel:
Diterima 04 04 2021
Disetujui 11 04 2021
Dipublikasi 20 04 2021

Keywords: zinc electroplating; corrosion rate; passivation; weight loss

Abstrak

Memperbaiki ketahanan korosi material dapat dilakukan dengan cara pelapisan logam. Tujuan utama electroplating adalah meningkatkan ketahanan korosi dan memperindah tampilan dengan variasi warna. Tujuan penelitian ini adalah meneliti pengaruh variasi warna pelapis terhadap laju korosi baja karbon rendah. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Menggunakan proses zinc electroplating dan trivalent passivation treatment. Pengujian laju korosi menggunakan metode weight loss, masa perendaman 7 hari dengan medium korosif NaCl 3,5%. Pengujian ketebalan lapisan dilakukan menggunakan metode foto mikro. Hasil penelitian diperoleh dengan cara mengamati langsung hasil eksperimen yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh variasi warna pelapis terhadap laju korosi baja AISI 1015 berupa penurunan laju korosi pada masing-masing variasi warna pelapis. Laju korosi terendah terdapat pada warna hitam yakni 0,016840030 mmpy. Ketebalan lapisan juga berpengaruh terhadap laju korosi baja AISI 1015. Semakin tinggi ketebalan lapisan pada proses zinc electroplating maka semakin rendah laju korosi baja AISI 1015.

Abstract

To improve the material's corrosion resistance, metal plating can be done. The main purpose of electroplating is to increase corrosion resistance and beautify the appearance with a variety of colors. The purpose of this study was to examine the effect of coating color variations on the corrosion rate of low carbon steel. The research method used was experimental. Using zinc electroplating and trivalent passivation treatment. Corrosion rate testing using the method weight loss, immersion period of 7 days with 3.5% NaCl corrosive medium. Layer thickness testing was carried out using the micro photo method. The research were obtained by directly observing the experimental results which were presented in tables and graphs. The results showed that there was an effect of coating color variations on the corrosion rate of AISI 1015 steel in the form of a decrease in the corrosion rate of each coating color variation. The lowest corrosion rate is in the black coating 0.016840030 mmpy. The layer thickness also affects the corrosion rate of AISI 1015 Steel. The higher the coating thickness in the process zinc electroplating, the lower the corrosion rate of AISI 1015 Steel.

PENDAHULUAN

Logam banyak digunakan industri sebagai bahan baku suatu produk. Logam dipilih karena memiliki sifat fisis yang lebih baik dibandingkan material lainnya. Beberapa sifat fisis unggulan material logam adalah kuat, daya tahan gesek lebih kuat, tangguh, dan memiliki daya hantar panas baik, serta beberapa jenis logam memiliki daya hantar listrik yang sangat baik. Logam fero adalah jenis logam yang mudah terpapar korosi. Logam fero merupakan logam yang mengandung unsur besi (*ferro*). Baja karbon rendah merupakan salah satu jenis logam fero, kandungan karbon pada baja karbon rendah kurang dari 0,30 % (Sandi, et al., 2017).

Baja karbon rendah merupakan salah satu jenis baja yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Hal tersebut dikarenakan sifat baja karbon rendah mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan produksi. Salah satu baja karbon rendah adalah baja AISI 1015 yang memiliki kandungan kurang dari 0,30%. Keuntungan yang dimiliki baja karbon rendah banyak dimanfaatkan produsen sebagai bahan dasar produk. Salah satu masalah penting dalam industri manufaktur adalah pengembangan teknik proses produksi yang menitikberatkan pada upaya mendapatkan suatu metode yang semakin efisien dan efektif namun dapat menghasilkan produk yang memenuhi ketentuan ketetapan standar mutu yang diterapkan (Widodo, 2019). Sehingga diperlukan pelapisan produk, dalam hal ini electroplating dinilai tepat diaplikasikan pada knalpot berbahan dasar baja karbon rendah.

Baja karbon rendah mudah terpapar korosi pada lingkungan udara, air dan tanah. Proses terbentuknya korosi diakibatkan karena baja melepaskan elektron, sehingga terjadi oksidasi pada baja. Baja karbon rendah memiliki nilai laju korosi yang tinggi atau dalam kata lain memiliki ketahanan korosi yang rendah. Untuk meningkatkan ketahanan korosi baja karbon rendah dibutuhkan proses lanjutan. Proses lanjutan pada suatu produk dibutuhkan untuk memastikan kualitas produk, sehingga produk tersebut benar-benar siap didistribusikan. Proses lanjutan pada dunia industri tersebut adalah proses sentuhan akhir atau *finishing*.

Sentuhan akhir atau *finishing* merupakan tahap penting dalam produksi. Tujuan proses ini adalah penyempurnaan produk sehingga memiliki kualitas standar. Parameter penting dalam proses *finishing* adalah tampilan dan pada beberapa kasus berupa dimensi (ukuran spesifik produk). Tampilan yang baik dapat meningkatkan minat konsumen. Terdapat beberapa jenis proses *finishing* seperti poles, cat, dan pelapisan menggunakan unsur lain untuk memperbaiki sifat material dasar (*electroplating*). *Electroplating* merupakan salah satu bentuk *finishing*, bertujuan menyempurnakan produk baik segi tampilan maupun sifat fisis seperti laju korosi dan nilai kekerasan produk (Ansari, et al., 2017). Masalah utama baja karbon rendah adalah korosi, maka penting untuk melindungi produk tersebut dari serangan korosi. Korosi merupakan kerugian berupa degradasi lapisan logam yang terjadi akibat reaksi reduksi oksidasi antara logam dengan zat yang terkandung dalam lingkungan sekitar logam (Setiawan, et al., 2019).

Fungsi utama pelapisan logam adalah melapisi logam agar terhindar dari kerugian korosi dan memperindah tampilan atau dekoratif. Proses pengerjaan pelapisan perlu diperhatikan demi mencapai kedua tujuan utama tersebut. Sebagian besar industri tingkat kecil, lebih mementingkan segi tampilan tanpa mempertimbangkan kualitas produk terutama laju korosi. Hal tersebut disebabkan terbatasnya alat dan pengetahuan pada pelaku industri. Sebagai contoh kasus, dalam proses produksi knalpot variasi, terungkap bahwa knalpot dibakar setelah dilapisi *chrom*. Tujuan knalpot dibakar untuk memunculkan warna, sehingga memperindah penampilan knalpot. Hal tersebut tidak efektif karena akan meningkatkan kembali laju korosi yang sebelumnya telah diturunkan pada proses pelapisan *chrom*. Laju korosi pada material kembali meningkat disebabkan proses pembakaran material. Sesuai dengan hasil penelitian Sutrisno (2012) meneliti laju korosi knalpot berbahan dasar baja karbon rendah dengan judul "Laju Korosi Lapisan Krom pada Knalpot Berbahan Baja Karbon Rendah". Produk knalpot yang diteliti adalah produk yang dilapisi krom kemudian dibakar dengan suhu 600°C dan 700°C. Kedua variasi suhu pembakaran tersebut diuji laju korosi. Hasilnya terjadi peningkatan laju korosi dengan rincian pada suhu

600°C laju korosi sebesar 161 mm/y, sedangkan pada suhu 700°C laju korosi sebesar 776, 16 mm/y.

Korosi merupakan kerugian berupa degradasi lapisan logam yang terjadi akibat reaksi reduksi oksidasi antara logam dengan zat yang terkandung dalam lingkungan sekitar logam (Setiawan, 2019). Fungsi utama pelapisan logam adalah melapisi logam agar terhindar dari kerugian korosi dan memperindah tampilan atau dekoratif. Proses pengerjaan pelapisan perlu diperhatikan demi mencapai kedua tujuan utama tersebut. Pengaruh temperatur tinggi pembakaran pada pembuatan knalpot untuk memunculkan warna dapat meningkatkan kembali laju korosi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, proses pelapisan sekaligus dekoratif warna pada suatu material menggunakan metode *electroplating* menjadi solusi yang tepat. Selain menjaga material dari kerugian korosi, material juga memiliki tampilan yang indah. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Haque, et al., (2003) "*Durability of Passivation in Zinc Electroplating*". Pengaruh penggunaan *passivation* terhadap laju korosi baja karbon rendah pada penelitian ini dianalisis. Pada penelitian ini pelapis yang digunakan adalah seng (*zinc*), besar arus 1 A, voltase 1,1 V, pH larutan 5-5,4 dan temperatur yang digunakan adalah temperatur kamar. Jenis larutan elektrolit yang digunakan adalah *zinc chloride* dengan *pottasium chloride*, sementara larutan *passivation* yang digunakan adalah *colorless chromate*, *rainbow chromate* dan *yellow chromate*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *passivation* mampu memperbaiki laju korosi material baja karbon rendah. *Yellow chromate* merupakan *passivate* dengan tingkat laju korosi terendah dibandingkan dua jenis *passivate* lain dalam penelitian ini (*colorless chromate* dan *rainbow chromate*).

Laju korosi material dengan pelapis *zinc* selain dipengaruhi penambahan *passivate*, ketebalan lapisan juga berpengaruh terhadap laju korosi material. Hal tersebut dibuktikan dengan penelitian oleh Idora, et al., (2014) berjudul "*Effect of Zinc Coating Thickness on Corrosion Performance of Mild Steel in Atmospheric and Seawater Environment*" dengan hasil penelitian berupa penurunan laju korosi (mmpy) seiring peningkatan ketebalan lapisan *zinc*. Variasi ketebalan lapisan *zinc* pada penelitian ini adalah 50; 150; dan 250 μm . Sementara hasil pengujian laju korosi menggunakan metode *weight loss* adalah 0,000984 mmpy, 0,000544 mmpy, dan 0,000247 mmpy.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh warna pelapis pada proses *zinc electroplating* terhadap laju korosi baja AISI 1015 dan mengetahui pengaruh ketebalan lapisan pada proses *zinc electroplating* terhadap laju korosi baja AISI 1015. Manfaat penelitian ini adalah memberikan wawasan baru bagi peneliti terkait pengaruh lapisan warna pada proses *zinc electroplating*, mengetahui karakteristik sifat fisis berupa laju korosi baja karbon rendah khususnya baja AISI 1015 berdasarkan lapisan warna pada proses *zinc electroplating* dan menjadi masukan industri dalam hubungannya dengan peningkatan kualitas produk.

Ferreira, et al., (2016) dengan penelitian berjudul "*Electrochemical And Chemical Characterization of Electrodeposited Zinc Surface Exposed to New Surface Treatments*" menganalisis pengaruh perlakuan tambahan (*post treatment*) pada material yang telah dilapisi logam seng. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan antara material dengan *passivation treatment* dan tanpa *passivation treatment*. Perbedaan pada *passivation treatment* memiliki laju korosi yang lebih rendah dibandingkan dengan material tanpa *passivation treatment*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian *True Experimental Design* dalam bentuk *Posttest-Only Control Design*. Zat yang digunakan untuk memunculkan warna pada penelitian ini adalah *trivalent passivation* (*blue chromate*, *yellow chromate*, *rainbow chromate*, dan *black chromate*). Parameter dalam penelitian ini antara lain: larutan elektrolit adalah *zinc chloride*, waktu pelapisan seng 10 menit, temperatur kamar, menggunakan larutan pencuci HCl dan NaOH. Jarak antara anoda dan katoda dianggap sama, voltase yang digunakan adalah 0,5V, dan

medium korosif yang digunakan adalah NaCl 3,5%. Pengujian ketebalan lapisan menggunakan metode foto mikro. Tebal lapisan diukur berdasarkan hasil foto mikro menggunakan *software Infinity Lumenera*.

Alat

- *Rectifier*
- Bak penampung
- Gerinda
- Ampelas
- *Multimeter*
- Timbangan digital
- Mesin poles
- Mikroskop optik
- Kertas saring

Bahan

Bahan yang digunakan sebagai spesimen adalah baja karbon rendah. Dimensi spesimen yang digunakan adalah 50 x 50 x 1 mm.

Langkah Penelitian

- Persiapan larutan (larutan elektrolit, larutan *Passivation*, larutan HCl, dan larutan NaOH)

Komposisi larutan elektrolit terdiri dari aquadest 5 liter, *zinc chloride* 400 gr, *ammonium chloride* 900 gr, *Brightener A* 50 ml, dan *Brightener B* 25 gr. Komposisi larutan *passivation* adalah *blue chromate*, *yellow chromate*, *rainbow chromate*, *black chromate*, dan tambahan *nitrid acid*. Komposisi larutan HCl adalah air sebanyak 1000 ml dengan asam klorida (HCl) sebanyak 250 ml. Komposisi larutan NaOH/sabun besi adalah air 1 liter dan 25 gram NaOH.

- Preparasi spesimen

Potong spesimen sebesar 50 x 50 mm, lanjutkan dengan menggerinda permukaan spesimen supaya halus. Poles permukaan spesimen menggunakan ampelas dan air supaya lebih halus dan bersih. Celupkan spesimen pada larutan asam klorida untuk membersihkan dari kotoran kemudian bilas air bersih. Celupkan spesimen pada larutan NaOH/sabun besi untuk menghilangkan sisa asam atau minyak pada permukaan spesimen lalu bilas menggunakan air bersih.

- Proses *zinc electroplating*

Sebelum memulai proses *plating*, pastikan semua alat dan bahan seperti *rectifier*, elektrolit, bak penampung, anoda dan instalasi listrik telah siap. Celupkan spesimen pada larutan elektrolit dengan digantung pada kawat tembaga yang terhubung dengan arus negatif (-) listrik. Nyalakan *rectifier* dan mulai proses *plating* selama 10 menit. Angkat spesimen setelah proses *plating* selesai, lalu bilas menggunakan air bersih dan spesimen siap lanjut pada proses *passivation*.

- Proses *passivation*

Celupkan spesimen pada masing-masing jenis warna selama beberapa detik, lalu angkat dan bilas menggunakan air.

- Pengujian laju korosi

Sebelum dicelupkan pada medium korosif, spesimen terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui massa awal. Spesimen uji dicelupkan pada larutan medium korosif NaCl 3,5% selama 7 hari atau 168 jam. Setelah masa perendaman selesai, cuci dan keringkan spesimen lalu timbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui massa akhir.

- Pengujian ketebalan lapisan

Pengujian ketebalan menggunakan metode foto mikro menggunakan mikroskop optik. Supaya

lapisan dapat terlihat pada mikroskop optik, spesimen perlu dipoles untuk membuka lapisan plating. Bagian yang dipoles adalah bagian tepi dengan posisi spesimen saat dipoles adalah vertikal, sehingga lapisan akan terbuka dan dapat dilihat lapisan pada spesimen. Setelah difoto menggunakan mikroskop, hitung ketebalan menggunakan *software invinity lumenera* dengan proses kalibrasi terlebih dahulu.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Uji Komposisi

Hasil pengujian komposisi kimia material plat baja karbon rendah dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Hasil uji komposisi material baja AISI 1015

UNSUR	KANDUNGAN UNSUR (%)
Fe	Balance
C	0,141
Si	0,522
Mn	0,152
P	0,0030
S	0,0030
Cr	0,053
Ni	0,010
Mo	0,010
Cu	0,055
Al	0,077
V	0,0050
W	0,030
Co	0,0050
Nb	0,0050
Ti	0,048
Mg	-

Berdasarkan hasil pengujian komposisi material baja karbon rendah di atas, dapat dilihat bahwa material memiliki kandungan unsur C sebanyak 0,141 %. Logam dengan kandungan C kurang dari 0,3% termasuk dalam golongan baja karbon rendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan dalam penelitian ini merupakan material baja karbon rendah tipe AISI 1015.

Laju korosi

Pengujian laju korosi menggunakan metode *weight loss* dengan masa perendaman selama tujuh hari. Medium korosif yang digunakan adalah NaCl 3,5% (ASTM International, 2004). Metode *weight loss* merupakan perhitungan laju korosi menggunakan selisih massa (massa awal-massa akhir) Perendaman spesimen pada medium korosif dilakukan selama tujuh hari (168 jam) (ASTM,D 3039). Setelah didapatkan data berupa pengurangan massa setelah perendaman, selanjutnya nilai laju korosi dapat dicari dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

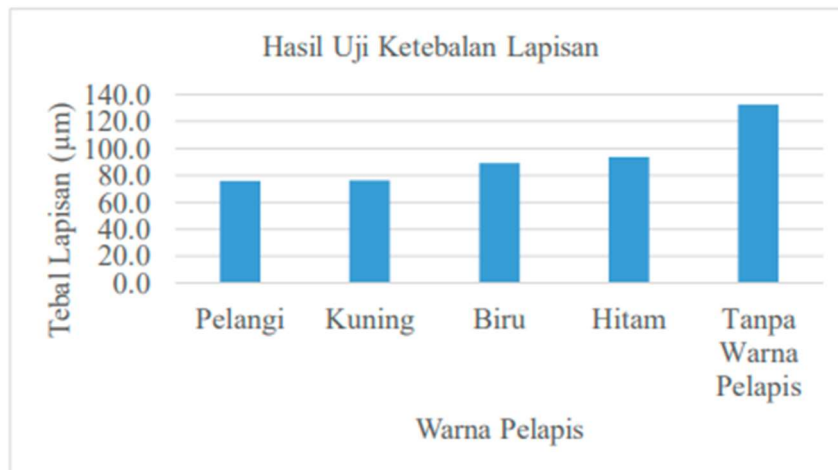
$$C = \frac{KxW}{AxTxD}$$

Hasil perhitungan laju korosi berdasarkan persamaan diatas dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Laju Korosi

WARNA PELAPIS	KODE	MASSA (GRAM)			LAJU KOROSI (MMPY)	RATA-RATA
		Awal	Akhir	Δm		
Blue chromate (biru)	B-1	18,7468	18,7015	0,0453	0,0577919218	0,025897925
	B-2	18,9531	18,9494	0,0037	0,0047203115	
	B-3	18,7364	18,7245	0,0119	0,0151815424	
Yellow chromate (kuning)	Y-1	18,8750	18,8224	0,0526	0,0671049688	0,032404301
	Y-2	18,4770	18,4704	0,0066	0,0084200151	
	Y-3	18,7357	18,7187	0,0170	0,0216879177	
Rainbow chromate (pelangi)	R-1	18,6543	18,6154	0,0389	0,0496270587	0,033637535
	R-2	18,5590	18,5242	0,0348	0,0443964433	
	R-3	18,8783	18,8729	0,0054	0,0068891033	
Black chromate (hitam)	BK-1	18,6987	18,6881	0,0106	0,0135230546	0,016840030
	BK-2	18,8312	18,8113	0,0199	0,0253876213	
	BK-3	18,9629	18,9538	0,0091	0,0116094148	
Tanpa Warna Pelapis	RM-1	18,5616	18,5143	0,0473	0,0603434415	0,047033014
	RM-2	18,7335	18,6987	0,0348	0,0443964433	
	RM-3	19,0385	19,0100	0,0285	0,0363591561	

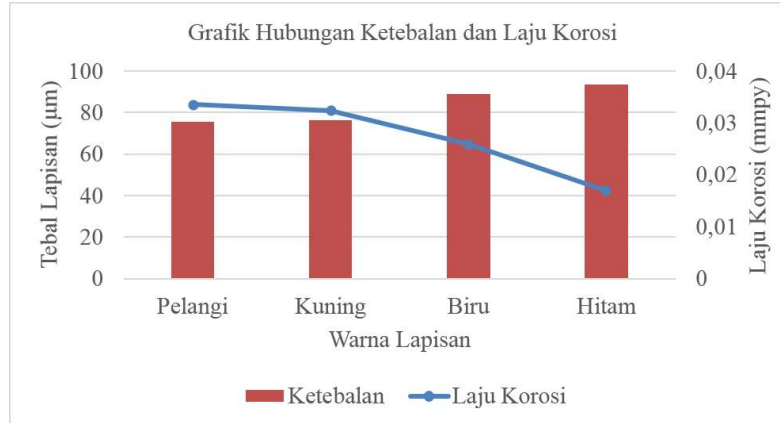
Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan laju korosi berdasarkan selisih massa setelah perendaman spesimen pada medium korosif. Terdapat perbedaan nilai laju korosi pada masing-masing variasi warna pelapis. Hal tersebut dipengaruhi komposisi kimia yang terkandung pada masing-masing larutan pewarna.



Gambar 1. Grafik hasil pengujian laju korosi

Gambar 1 menunjukkan terdapat pengaruh penggunaan warna pelapis pada proses *zinc electroplating* terhadap ketebalan lapisan material baja karbon rendah. Terdapat perbedaan ketebalan lapisan pada spesimen yang disebabkan variasi warna pelapis yang digunakan. Ketebalan tertinggi terdapat pada spesimen tanpa warna pelapis sebesar 132,7 μm . Pada kelompok spesimen yang menggunakan warna pelapis (biru, kuning, pelangi, dan hitam) ketebalan lapisan tertinggi terdapat pada spesimen dengan variasi warna pelapis hitam sebesar 93,7 μm . Dapat disimpulkan bahwa setelah penggunaan *passivation treatment* atau pemberian warna pelapis ketebalan lapisan mengalami

penurunan. Hal tersebut terjadi karena sifat alami larutan *passivation* yang berupa asam, sehingga mengikis ketebalan lapisan *electroplating*.



Gambar 2. Grafik hubungan ketebalan lapisan dan laju korosi

Gambar 2 menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik antara ketebalan lapisan dengan laju korosi pada kelompok spesimen dengan variasi warna. Semakin tinggi ketebalan lapisan pada spesimen maka semakin rendah laju korosi spesimen. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketebalan lapisan berpengaruh terhadap laju korosi. Pengujian ketebalan lapisan dilakukan untuk mengetahui pengaruh ketebalan lapisan pada proses *zinc electroplating* terhadap laju korosi baja karbon rendah. Hasil pengujian ketebalan lapisan menunjukkan perbedaan ketebalan lapisan pada masing-masing variasi warna pelapis. Ketebalan lapisan variasi warna pelapis pelangi, kuning, biru, dan hitam secara berurutan didapatkan rata-rata ketebalan sebesar 75,7; 76,3; 89; dan 93,7 µm. Sementara nilai rata-rata ketebalan pada spesimen tanpa menggunakan pewarna adalah 132,7 µm. Hal tersebut menunjukkan bahwa warna pelapis pada proses *zinc electroplating* juga berpengaruh terhadap nilai ketebalan lapisan baja karbon rendah.

Dapat disimpulkan bahwa setelah penggunaan *passivation treatment* atau pemberian warna pelapis ketebalan lapisan mengalami penurunan. Hal tersebut terjadi karena sifat alami larutan *passivation* yang berupa asam, sehingga mengikis ketebalan lapisan *electroplating*. Penurunan ketebalan lapisan tersebut berpengaruh terhadap laju korosi pada spesimen dengan masing-masing variasi warna pelapisnya. Hal tersebut sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Idora (2014) berjudul "*Effect of Zinc Coating Thickness on Corrosion Performance of Mild Steel in Atmospheric and Seawater Environment*" dengan hasil penelitian berupa penurunan laju korosi (mmpy) seiring peningkatan ketebalan lapisan *zinc*. Variasi ketebalan lapisan *zinc* pada penelitian ini adalah 50; 150; dan 250 µm. Sementara hasil pengujian laju korosi menggunakan metode *weight loss* adalah 0,000984 mmpy, 0,000544 mmpy, dan 0,000247 mmpy.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh warna pelapis dan ketebalan lapisan pada proses *zinc electroplating* terhadap laju korosi baja AISI 1015. Pemberian warna lapisan (proses *passivation*) pada lapisan seng dapat menghambat laju korosi karena membentuk senyawa kromium yang memiliki ketahanan korosi tinggi. Kandungan senyawa kromium pada lapisan film yang terbentuk akibat proses *passivation* menimbulkan efek penghambat korosi dan mengubah sifat fisis lapisan menjadi lebih baik. Karakteristik lapisan film tersebut semakin lama akan semakin keras. Bahkan lapisan film yang telah tergores juga memiliki perlindungan korosi, karena lapisan film tersebut pada kondisi lembab mampu terlarut dan timbul efek penyembuhan diri khususnya pada bagian yang tergores.

Passivation menghasilkan lapisan organik pada permukaan baja. Terdapat efek sinergitas antara logam dasar dengan film organik yang terbentuk sehingga menghasilkan perlindungan jangka panjang pada substrat logam terhadap paparan korosi. Lapisan organik yang terbentuk bertindak sebagai pelindung untuk menghambat laju korosi (Ferreira, et al., 2016). Laju korosi terendah pada penelitian ini

terdapat pada variasi warna pelapis hitam (*black chromate*) senilai 0,016840030 mmpy. Laju korosi rendah dari warna pelapis hitam (*black chromate*) disebabkan juga oleh efek sinergitas dari lapisan warna dan lapisan deposit seng. Lapisan *chromate* memiliki hambatan yang baik dan mampu memperbaiki diri sendiri (*self healing*) pada lapisan yang rusak, sehingga serangan korosi akan terhambat. Ditambah sifat dari warna pelapis hitam (*black chromate*) yang memiliki energi mengikat yang tinggi (Long, et al., 2003). Maka dapat disimpulkan pengaruh warna pelapis pada proses zinc electroplating terhadap laju korosi baja karbon rendah (AISI 1015) adalah menurunkan laju korosi baja karbon rendah (AISI 1015) itu sendiri.

SIMPULAN

Terdapat pengaruh lapisan warna pada proses *zinc electroplating* terhadap laju korosi baja AISI 1015 yaitu penurunan laju korosi. Laju korosi terendah terdapat pada spesimen dengan variasi warna pelapis hitam sebesar 0,016840030 mmpy. Terdapat pengaruh ketebalan lapisan pada proses *zinc electroplating* terhadap laju korosi baja AISI 1015. Semakin tinggi ketebalan lapisan pada proses *zinc electroplating* maka semakin rendah laju korosi baja AISI 1015. Ketebalan lapisan dengan variasi warna lapisan tertinggi terdapat pada warna hitam sebesar 93,7 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International, 2004, *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*, G31-72, pp. 1-8.
- Ansari, I., Indrawijaya, B., Nurohmawati, F., and Zakaria, I., Pengaruh Waktu dan Luas Permukaan Terhadap Ketebalan Produk pada Electroplating Acid Zinc, *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, **Vol.1**, pp. 1-7.
- ASTM, D 3039. Tensile Properties of Polymer Matrik Composite Materials. West Conshohocken, United States: ASTM International Standard.
- Ferreira JR, J.M., Souza, K.P., Queiroz, F.M., Costa, I., and Tomachuk, C.R., 2016, Electrochemical And Chemical Characterization Of Electrodeposited Zinc Surface Exposed To New Surface Treatments, *Surface & Coatings Technology*, **Vol. 294**, pp. 36-46.
- Haque, I. U., Sadiq, I., and Ahmad, N., 2003, Durability Of Passivation In Zinc Electroplating, *Jour.Chem.Soc.Pak*, **Vol. 25**, pp. 12-16.
- Idora, M. S. N., Rahman, M. M., Ismail, M., and Wan Nik, W. B., 2014, Effect of Zinc Coating Thickness on Corrosion Performance of Mild Steel in Atmospheric and Seawater Environment Applied, *Mechanics and Materials*, **Vol. 554**, pp. 213-217.
- Long, Z. L., Y. C. Zhou, L. Xiao., 2003, Characterization ff Black Chromate Conversion Coating On The Electrodeposited Zinc-Iron Alloy, *Applied Surface Science*, **Vol. 218**, pp. 123-136.
- Sandi, A. P., Suka, E.G., and Supriyatna, Y.I., 2017, Pengaruh Waktu Electroplating Terhadap Laju Korosi Baja Aisi 1020 dalam Medium Korosif Nacl 3%, *JURNAL Teori dan Aplikasi Fisika*, **Vol. 5**, pp. 205-212.
- Setiawan, A., Indriyani, N.L., and Herawan, B., 2019, Pengaruh Arus dan Waktu Terhadap Lapisan Zinc Plating pada Material SGD400-D dengan Menggunakan Proses Electroplating, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, **Vol. 7**, pp. 32-39.
- Sutrisno, Edi., 2012, *Laju Korosi Lapisan Krom Pada Knalpot Berbahan Baja Karbon AISI 1010*, Depok: Universitas Gunadarma.
- Widodo, T. D., Raharjo, R., Kusumaningsih, H., Bintarto, R., Siswoyo, R. C., and Sasongko, M. N., 2019, Pengaruh Tegangan Dan Waktu Pada Proses Elektropolishing Terhadap Surface Roghness Material Stainless Steel Aisi 316L, *Rekayasa Mesin*, **Vol. 10**, pp. 309-316.