

# Pengaruh Waktu Elektroplating Cu-Mn Terhadap Laju Korosi Baja AISI 1020 Dalam Medium Korosif NaCl 3%

Ratna Noviyana<sup>(1)\*</sup>, Ediman Ginting Suka<sup>(1)</sup>, Yayat Iman Supriyatna<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145

<sup>(2)</sup>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Lampung Selatan

\*E-mail korespondensi: ratna1928@gmail.com

Diterima (17 Mei 2017), Direvisi (24 Mei 2017)

**Abstract.** *The influence of electroplating time Cu-Mn to corrosion rate of Steel AISI 1020 in corrosive medium NaCl 3% had been researched. Corrosion rate testing is used weight loss method by soaking the samples in the corrosive medium NaCl for 168 hours. The results showed that the longer time electroplating that used, the corrosion rate will be decreased. This is because the growing number of Cu and Mn ions deposited on the surface of the sample after electroplating. The lowest corrosion rate obtained at the time of 50 seconds that is 0.098 mmpy. The analysis results of metallurgical microscope showed that the coating looks thicker with increasing time of electroplating, while after corrosion rate tested the coatings being black and a few coating of samples were cracked due to corrosion. The X-Ray Diffraction (XRD) characterization result showed that the phase of AISI 1020 raw material after corrosion tested is changed from pure iron (Fe) to magnetite phase (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>).*

**Keywords:** *Steel AISI 1020, electroplating Cu-Mn, NaCl 3%.*

**Abstrak.** Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh waktu elektroplating Cu-Mn terhadap laju korosi baja AISI 1020 dalam medium korosif NaCl 3%. Pengujian laju korosi dilakukan menggunakan metode kehilangan berat dengan merendam sampel dalam medium korosif NaCl selama 168 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu elektroplating yang digunakan maka laju korosi akan semakin menurun. Hal ini karena semakin banyaknya ion Cu dan Mn yang mengendap pada permukaan sampel setelah elektroplating. Laju korosi terendah diperoleh pada waktu elektroplating 50 detik yaitu 0,098 mmpy. Hasil analisis mikroskop metalurgi menunjukkan bahwa lapisan pada sampel hasil elektroplating tampak lebih tebal dengan meningkatnya waktu elektroplating, sedangkan setelah uji korosi lapisan menjadi berwarna hitam dan beberapa lapisan sampel terdapat retakan akibat terkorosi. Hasil karakterisasi *X-ray Diffraction* menunjukkan bahwa *raw material* baja AISI 1020 setelah uji korosi mengalami perubahan fasa dari besi menuju bentuk oksidanya yaitu fasa *magnetite* (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>).

**Kata kunci:** Baja AISI 1020, elektroplating Cu-Mn, NaCl 3%

## PENDAHULUAN

Baja merupakan faktor utama bagi perkembangan industri suatu bangsa. Hampir semua aspek kehidupan menggunakan baja sebagai bahan dasar utamanya. Akan tetapi penggunaan baja ini memiliki kekurangan yaitu sangat reaktif dan mudah terkorosi. Korosi merupakan masalah utama yang menyerang baja. Korosi dapat didefinisikan sebagai proses kerusakan baja akibat bereaksi dengan lingkungannya sehingga dapat menurunkan kualitas baja tersebut. Korosi tidak dapat

dihindari, tetapi lajunya dapat dikendalikan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan laju korosi adalah dengan menggunakan metode elektroplating.

Elektroplating merupakan metode pelapisan logam dengan cara mengalirkan arus listrik di dalam larutan elektrolit sehingga ion-ion logam akan mengendap pada katoda. Keunggulan dari metode ini antara lain: proses yang terjadi cukup sederhana, memiliki selektivitas tinggi dan memiliki *throwing power* yang baik [1]. Salah satu jenis pelapisan logam yang dapat

dilakukan yaitu dengan menggunakan anoda tumbal [2]. Logam mangan mempunyai potensial reduksi standar yang sangat kecil sehingga dapat digunakan sebagai anoda tumbal dari baja. Logam mangan juga memiliki beberapa kelebihan, yaitu memiliki sifat yang ramah lingkungan, memiliki koefisien gesek yang rendah, sifat mekanik yang baik dan harganya relatif murah [3]. Akan tetapi, secara kimia mangan murni memiliki kereaktifan tinggi dan sifat yang rapuh (*brittle*) sehingga perlu dipadukan dengan logam lain seperti seng [4-5], tembaga atau timah untuk mengurangi tegangan internal dan memperbaiki ketahanan korosi [6].

Pada penelitian kali ini, baja yang digunakan adalah baja AISI 1020 yang merupakan salah satu jenis baja karbon rendah yang banyak digunakan pada sistem perpipaan kapal laut dan anjungan laut lepas. Sebelum direndam dalam larutan NaCl 3% selama 168 jam untuk mengetahui laju korosinya, baja terlebih dahulu melalui proses elektroplating dengan variasi waktu menggunakan larutan elektrolit  $MnSO_4 \cdot H_2O$  dan  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . Baja hasil elektroplating dan hasil uji korosi diuji menggunakan *X-ray Fluorescence* (XRF) *portable*, mikroskop metalurgi dan *X-ray Diffraction* (XRD).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan mengamplas dan membersihkan baja. Selanjutnya baja hasil preparasi ditimbang untuk mengetahui massa awal baja serta diuji menggunakan *X-ray fluorescence* (XRF) *portable*, mikroskop metalurgi dan *X-ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui keadaan awal baja tanpa perlakuan. Setelah proses preparasi baja selesai, proses selanjutnya yaitu membuat larutan elektrolit yang terdiri atas 0,59 M larutan  $MnSO_4 \cdot H_2O$  dan 0,01 M  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . Larutan tersebut kemudian digunakan untuk proses elektroplating baja dengan

menggunakan rapat arus  $35 \text{ mA/cm}^2$  dan variasi waktu (10, 20, 30, 40 dan 50 detik). Seperti baja hasil preparasi, baja hasil elektroplating juga ditimbang dan diuji menggunakan XRF *portable*, mikroskop metalurgi dan XRD untuk mengetahui perubahannya setelah dilapisi Cu-Mn.

Setelah proses elektroplating, maka selanjutnya baja masuk dalam tahap uji korosi menggunakan metode kehilangan berat yaitu dengan merendam baja ke dalam medium korosif NaCl 3% selama 168 jam. Baja hasil uji korosi ini juga ditimbang dan diuji menggunakan XRF *portable*, mikroskop metalurgi dan XRD untuk mengetahui perubahannya setelah mengalami korosi. Perhitungan laju korosi dilakukan menggunakan rumus berikut.

$$CR = \frac{KW}{AT\rho} \quad (1)$$

dimana,  $CR$  = Laju korosi (mppy),  $K$  = Konstanta laju korosi,  $W$  = Selisih massa (gr),  $T$  = Waktu perendaman (jam),  $A$  = Luas permukaan ( $\text{cm}^2$ ),  $\rho$  = Massa jenis baja ( $\text{gr/cm}^3$ ) [7].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Penelitian Elektroplating

Setelah melalui proses elektroplating, baja akan mengalami penambahan massa. **Tabel 1** adalah data hasil elektroplating baja pada rapat arus tetap  $35 \text{ mA/cm}^2$  dengan variasi waktu berupa perubahan massa baja.

**Tabel 1.** Data penelitian elektroplating.

Waktu (s)	Massa awal (gr)	Massa akhir (gr)	Massa Endapan (gr)
10	84,9929	85,0041	0,0112
20	82,8070	82,8216	0,0146
30	84,5576	84,5743	0,0167
40	81,7188	81,7388	0,0200
50	78,9509	78,9757	0,0232

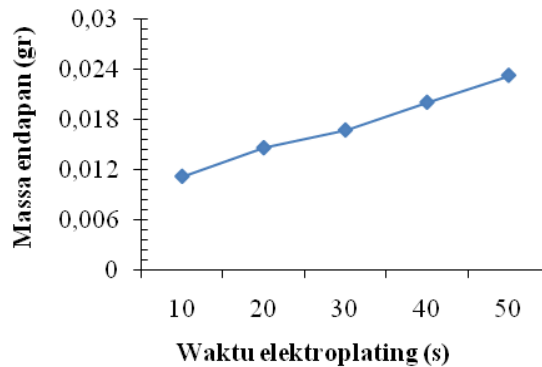
Selanjutnya kita dapat mengetahui pengaruh waktu elektroplating terhadap massa endapan yang dihasilkan pada sampel dengan memplot grafik hubungan waktu elektroplating terhadap massa endapa seperti pada **Gambar 1**.

Berdasarkan **Gambar 1** dapat dilihat bahwa massa endapan meningkat dengan semakin lamanya waktu elektroplating. Hal ini karena semakin lama waktu elektroplating maka akan mengakibatkan pengendapan ion di permukaan katoda semakin bertambah. Pengendapan ion yang meningkat pada permukaan katoda berdampak terhadap massa endapan yang dihasilkan pada permukaan baja juga akan semakin meningkat. Penelitian sebelumnya tentang pengaruh waktu elektroplating tembaga terhadap ketebalan dan adhesivitas lapisan pada baja AISI 1023 menunjukkan hasil yang serupa, dimana pada penelitian tersebut menjelaskan bahwa ketebalan lapisan dan massa baja setelah elektroplating mengalami peningkatan dengan semakin lamanya waktu elektroplating [8].

**Hasil Analisis XRF Portable**

Selain mengalami perubahan massa, baja setelah elektroplating juga akan mengalami perubahan kadar dari unsur-unsur penyusunnya yang dapat diketahui dengan menggunakan XRF Portable. Adapun hasil analisis XRF Portable sampel sebelum dan setelah elektroplating ditampilkan pada **Tabel 2**.

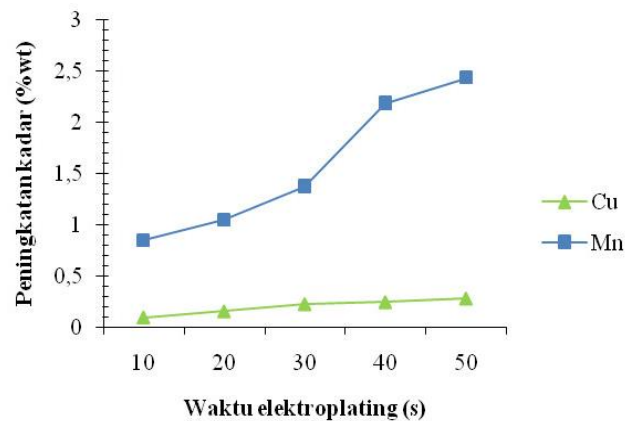
**Tabel 2** menunjukkan bahwa baja hasil elektroplating mengalami peningkatan kadar Mn dari nilai sebelumnya akibat penggunaan larutan  $MnSO_4 \cdot H_2O$  pada proses elektroplating. Selain itu, setelah elektroplating muncul unsur Cu yang terkandung pada baja, hasil ini diperoleh karena larutan dasar yang digunakan mengandung ion tembaga (Cu). Perubahan kadar Cu dan Mn kemudian diplot dalam bentuk grafik pada **Gambar 2** untuk mengetahui pengaruh waktu elektroplating terhadap perubahan kadar Cu dan Mn.



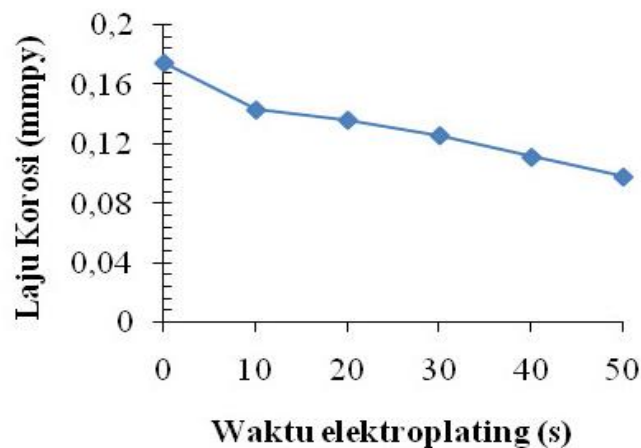
**Gambar 1.** Pengaruh waktu elektroplating terhadap perubahan massa

**Tabel 2.** Analisis XRF portable baja sebelum dan setelah elektroplating dengan variasi waktu.

No	Waktu (s)	Sebelum elektroplating (% wt)			Setelah elektroplating (% wt)				
		Fe	Si	Mn	Fe	Si	Mn	S	Cu
1	10	99,28	0,36	0,14	92,48	0,19	0,99	6,02	0,10
2	20	99,62	0,32	0,14	88,79	0,21	1,41	9,06	0,12
3	30	99,46	0,41	0,13	94,33	0,29	1,51	5,63	0,23
4	40	99,67	0,18	0,15	87,86	0,15	2,33	9,39	0,25
5	50	99,51	0,33	0,15	87,78	0,18	2,58	9,17	0,28



Gambar 2. Pengaruh waktu elektroplating terhadap peningkatan kadar Cu dan Mn



Gambar 3. Pengaruh waktu elektroplating terhadap laju korosi

Dari **Gambar 2** dapat diketahui bahwa peningkatan kadar Cu dan Mn semakin besar dengan semakin lamanya waktu elektroplating. Hal ini karena semakin lama waktu elektroplating maka konduktivitas larutan akan semakin meningkat sehingga menyebabkan pengendapan ion-ion di permukaan katoda semakin bertambah. Menurut penelitian sebelumnya tentang karakter fisik dan korosi mangan hasil pelapisan menjelaskan bahwa meningkatnya waktu deposisi dapat meningkatkan jumlah deposit atau endapan Cu dan Mn pada katoda (Triastuti dan Subekti, 2013).

### Hasil Perhitungan Laju Korosi

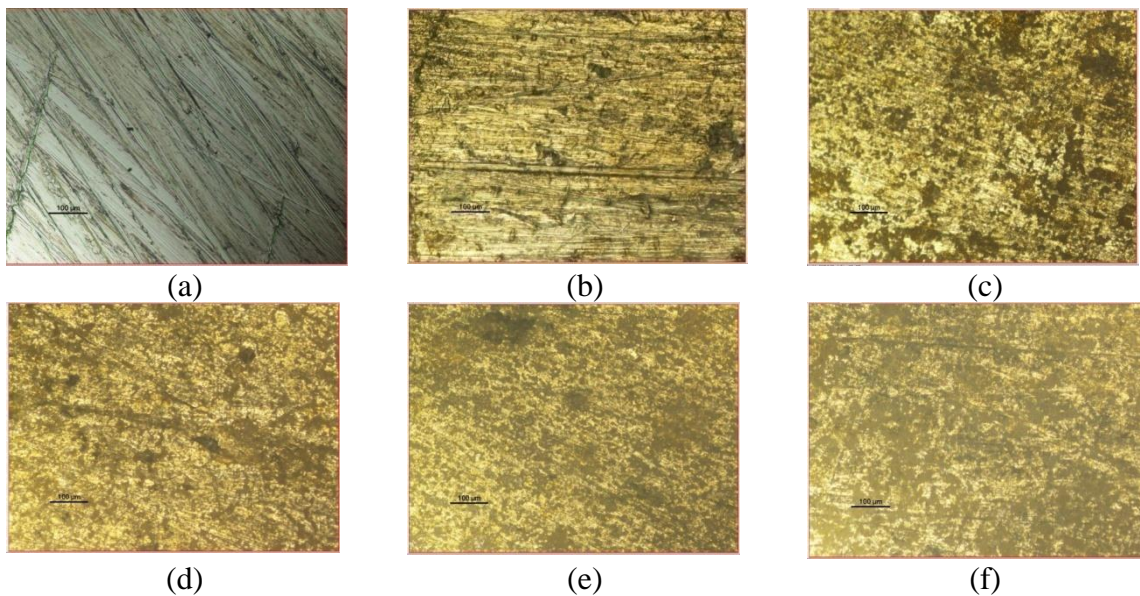
Hasil perhitungan laju korosi baja AISI 1020 dalam lingkungan NaCl 3% tanpa dan dengan proses elektroplating variasi waktu

ditunjukkan pada **Gambar 3**. Dari **Gambar 3** dapat dilihat bahwa laju korosi semakin rendah dengan semakin lamanya waktu elektroplating. Hal ini karena semakin lama waktu elektroplating maka ion-ion Cu dan Mn yang melapisi dan melindungi baja akan semakin bertambah sehingga akan meningkatkan ketahanan korosi baja tersebut. Adanya sedikit tambahan zat aditif  $\text{Cu}^{2+}$  dapat mempengaruhi keadaan kimia dari deposit mangan dan berakibat pada sifat mekanik dan ketahanan korosinya (Triastuti dan Subekti, 2013). Selain itu, ion  $\text{Cu}^{2+}$  dapat menghambat inklusi oksigen yang terjadi pada lapisan mangan selama elektroplating berlangsung serta dapat menghambat laju oksidasi pada larutan (Triastuti dan Purwanto, 2012).

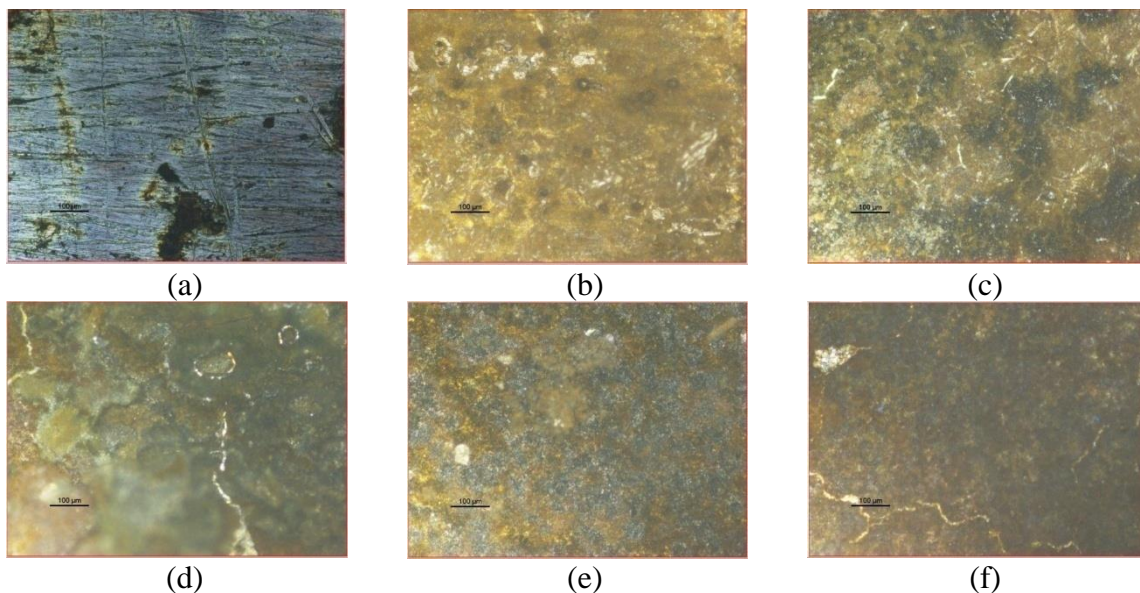
**Hasil Analisis Mikroskop Metalurgi**

Hasil analisis mikroskop metalurgi baja setelah proses elektroplating pada **Gambar 4** menunjukkan bahwa lapisan semakin tebal dan tampak lebih merata dengan meningkatnya waktu elektroplating.

Sedangkan setelah direndam dalam NaCl 3% lapisan baja tampak menghitam dan terdapat retakan pada lapisan-lapisan tersebut akibat telah terkorosi. Namun semakin lama waktu elektroplating, retakan pada lapisan tersebut nampak tereduksi sebagaimana yang terlihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 4.** Analisis mikroskop metalurgi baja AISI 1020 hasil elektroplating padarapat arus 35mA/cm<sup>2</sup>waktu (a) 0; (b) 10; (c) 20; (d) 30; (e) 40 detik; dan (f) 50 detik dengan perbesaran 100x.

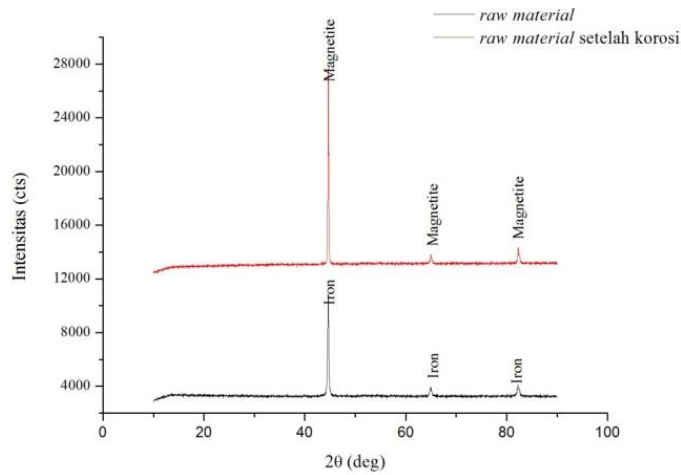


**Gambar 5.** Hasil mikroskop metalurgi baja setelah uji korosi pada rapat arus 35 mA/cm<sup>2</sup> dan waktu elektroplating (a) 0; (b) 10; (c) 20; (d) 30; (e) 40 dan (f) 50 detik dengan perbesaran 100x.

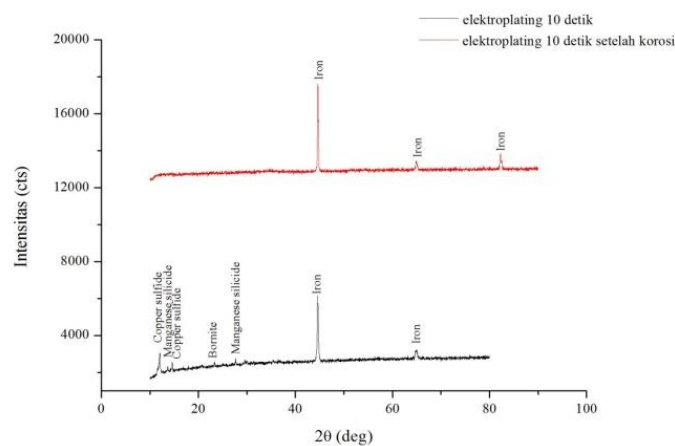
### Hasil Karakterisasi XRD

Hasil karakterisasi XRD menampilkan bahwa sebelum elektroplating baja menunjukkan fasa besi murni (Fe) dengan tiga puncak tertinggi pada  $2\theta$  44,6374°, 64,9184° dan 82,2414°. Setelah uji korosi, hasil XRD menunjukkan perubahan fasa pada sampel tanpa elektroplating (*raw material*) yaitu dari besi murni (Fe) menjadi *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dengan intensitas yang relatif tinggi (**Gambar 6**), hal ini karena baja telah terkorosi sehingga mengakibatkan fasa besi berubah ke bentuk oksidanya.

Sedangkan setelah elektroplating dengan waktu 10 detik dan rapat arus 35 mA/cm<sup>2</sup>, muncul fasa-fasa lain seperti *copper sulfide*, *bornite* dan *manganese silicide* akibat adanya perubahan komposisi dari unsur-unsur penyusun baja setelah elektroplating. Selanjutnya setelah diuji korosi, terjadi reduksi dan hilangnya beberapa puncak serta hanya menyisakan fasa besi murni pada hasil difraktogram sampel ini. Namun walaupun setelah mengalami korosi, fasa besi pada sampel yang sebelumnya dielektroplating tidak mengalami perubahan fasa ke bentuk oksidanya (**Gambar 7**).



**Gambar 6.** Difraktogram *raw material* sebelum dan setelah uji korosi



**Gambar 7 .** Difraktogram sampel setelah dielektroplating pada waktu 10 detik dan setelah uji korosi

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa semakin lama waktu elektroplating maka ion Cu dan Mn yang mengendap akan semakin meningkat dan mengakibatkan penurunan laju korosi semakin menurun. Laju korosi terendah diperoleh pada waktu elektroplating 50 detik yaitu 0,098 mmpy. Selain itu, hasil mikroskop metalurgi menunjukkan bahwa lapisan tampak lebih tebal dan merata dengan meningkatnya waktu elektroplating serta akan mereduksi tegangan pada lapisan setelah terkorosi. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan adanya fasa-fasa selain besi (Fe) setelah baja dielektroplating. Setelah uji korosi, baja tanpa elektroplating mengalami perubahan fasa besi ke bentuk oksidanya yaitu magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Sedangkan baja yang dielektroplating kehilangan beberapa puncaknya dan hanya menyisakan fasa besi setelah diuji korosi. Namun fasa besi tersebut masih berupa fasa besi murni dan belum berubah ke bentuk oksidanya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Budiyanto, D. A. Setiawan, H. Supriadi, and Ridhuan, "Pengaruh Jarak Anoda-Katoda Pada Proses Elektroplating Tembaga Terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda Baja AISI 1020," *J. TURBO*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [2] F. Afriani, Komalasari, and Zultiniar, "Proteksi Katodik Metode Anoda Tumbal untuk Mengendalikan Laju Korosi," *J. FTEKNIK*, vol. 1, no. 2, pp. 1–12, 2014.
- [3] A. Radisic, J. L. Hernandez, G. Tokei, G. P. Beyer, and P. M. Vereecken, "Electrochemical Deposition of Manganese and Copper Manganese Alloy on Silicon," *Electrochem. Soc.*, vol. 3, no. 21, pp. 69–76, 2007.
- [4] Z. I. Ortiz, P. Díaz-Arista, Y. Meas, R. Ortega-Borges, and G. Trejo, "Characterization of the Corrosion Products of Electrodeposited Zn, Zn-Co and Zn-Mn Alloys Coatings," *Corros. Sci.*, vol. 51, no. 11, pp. 2703–2715, 2009.
- [5] P. Díaz-Arista, Z. I. Ortiz, H. Ruiz, R. Ortega, Y. Meas, and G. Trejo, "Electrodeposition and characterization of Zn-Mn alloy coatings obtained from a chloride-based acidic bath containing ammonium thiocyanate as an additive," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 203, no. 9, pp. 1167–1175, 2009.
- [6] A. M. Chockalingam, U. R. K. Lagudu, and S. V. Babu, "Potassium Periodate-Based Solutions for Minimizing Galvanic Corrosion at the Cu-Mn Interface and for Polishing the Associated Cu Interconnect Structures," *ECS J. Solid State Sci. Technol.*, vol. 2, no. 4, pp. 160–165, 2013.
- [7] ASTM Internaional, *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals 1*. United States, 2004.
- [8] Y. D. Mustopo, *Pengaruh Waktu terhadap Ketebalan dan Adhesivitas Lapisan pada Proses Elektroplating Krom Dekoratif tanpa Lapisan Dasar, Dengan Lapisan Dasar Tembaga dan Tembaga-Nikel*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret, 2011.
- [9] W. E. Triastuti and A. Subekti, "Karakter Fisik dan Korosi Mangan Hasil Pelapisan pada Baja AISI 1020," *J. KAPAL*, vol. 9, no. 1, pp. 1–7, 2013.
- [10] W. E. Triastuti and D. B. P, "Efek Penambahan Ion Tartrate Terhadap Elektrodeposisi Mn-Cu Pada Pipa Baja Karbon," *J. KAPAL*, vol. 9, no. 3, pp. 167–170, 2012.

Noviyana Dkk : Pengaruh Waktu Elektroplating Cu-Mn Terhadap Laju korosi Baja AISI 1020 Dalam  
Medium Korosif NaCl 3%