

Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan dengan Penambahan Perlakuan Panas Lapisan *Electroless* Ni-P terhadap Laju Korosi dan Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah ASTM A36

Iman Saefuloh^{1*}, Zakaria¹, Agus Rohmat², Rina Lusiani¹, Miftahul Jannah¹, Sunardi¹, Ipick Setiawan¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
Jl. Jenderal Sudirman km. 3, Cilegon, Banten

*E-mail: iman.saefuloh@untirta.ac.id

Diterima: 14-07-2021; Direvisi: 26-07-2021; Dipublikasi: 27-08-2021

Abstrak

Tujuan penelitian adalah menganalisa pengaruh kecepatan putar pengadukan dan *treatment* temperatur proses *electroless* pada baja karbon rendah ASTM A36 terhadap kualitas lapisan permukaan berdasarkan nilai ketahanan terhadap korosi dan nilai kekerasan serta morfologi permukaan. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan kecepatan pengadukan yang digunakan antara lain 250,300, dan 350 rpm, dan proses *treatment* temperatur 500 sengan waktu 120 menit. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kenaikan kecepatan pengadukan menghasilkan ketahanan korosi yang kurang baik dimana laju korosi tertinggi mencapai nilai 7.123 mm/year. namun nilai ketahanan terhadap korosi semakin membaik ketika diberi perlakuan panas. Nilai laju korosi terendah terdapat pada kecepatan 250 rpm yaitu 1.212 mil/year. Untuk nilai kekerasan dihasilkan hubungan semakin besar kecepatan putaran pengadukan semakin meningkat nilai kekerasannya. Namun bila dibandingkan nilai kekerasan hasil proses perlakuan temperatur dan non perlakuan maka nilai kekerasan terbaik dimiliki oleh proses perlakuan temperatur.

Kata kunci: *electroless*; kecepatan pengadukan; kekerasan; korosi; perlakuan panas

Abstract

The purpose of this study was to analyze the effect of stirring speed and temperature treatment of the *electroless* process on ASTM A36 low carbon steel on the quality of the surface layer based on the value of resistance to corrosion and the value of hardness and surface morphology. The research was conducted by varying. The stirring speed used includes 250,300 and 350 rpm, and the treatment process temperature is 500 for 120 minutes. The results obtained indicate that an increase in stirring speed results in poor corrosion resistance where the highest corrosion rate reaches a value of 7,123 mm/year. however, the value of corrosion resistance improved when heat treated. The lowest corrosion rate value is found at a speed of 250 rpm, namely 1,212 miles/year. For the value of hardness, the resulting relationship is the greater the stirring rotation speed, the higher the hardness value. However, when compared to the hardness value of the temperature treatment

Keywords: *electroless*; coating time; corrosion; hardness; heat treatment; stirring speed

1. Pendahuluan

Plat baja ASTM A36 adalah baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik, juga mampu dibentuk menggunakan mesin dan dapat dilas dengan baik. Baja ASTM A36 dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi, tergantung pada ketebalan plat dan ketahanan korosinya. Baja ini sering digunakan pada konstruksi bangunan, tangki, maupun pipa. Karna penggunaannya tersebut, maka diharapkan baja ini mampu memiliki ketahan korosi yang cukup untuk digunakan pada jangka waktu yang lumayan lama. Maka untuk menambah sifat tahan korosi dari baja karbon rendah ASTM A36 ini dapat dilakukan beberapa cara. Salah satunya dengan cara modifikasi permukaan atau yang dikenal dengan coating pada permukaan material baja ASTM A 36 tersebut [1-5].

Metode yang sering digunakan seperti *electro plating*, *metal spraying*, *vapor deposition* (CVD, PVD) dan *hot dip*. Namun metode-metode tersebut cenderung lebih mahal, maka dipilihlah metode *electroless* Ni-P yang prosesnya tidak menggunakan listrik dan cenderung lebih terjangkau. Hanya menggunakan media Nickel Phospor sebagai cairan pelapis

material [6-9]. Pada penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan, tentang pengaruh kekasaran permukaan dan kecepatan pengadukan terhadap karakteristik lapisan *electroless* Ni-P pada baja tahan karat martensitik 420. Penelitian ini menghasilkan semakin kasar permukaan benda uji maka akan menghasilkan daya lekat yang tinggi pula. Dan semakin cepat kecepatan pengadukan menghasilkan ketebalan yang lebih tebal [9]. Namun pada penelitian tersebut kecepatan pengadukan menggunakan kecepatan yang rendah. Pada penelitian sebelumnya pula yang telah dilakukan tentang pengaruh temperatur larutan dan waktu pelapisan elektrodes terhadap ketebalan lapisan metal di permukaan plastik ABS. Menghasilkan semakin lama proses pelapisan maka lapisan metal yang terbentuk semakin tebal [10-13]. Juga pada penelitian yang dilakukan tentang pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap karakteristik lapisan elektrodes Ni-P pada baja tahan karat martensitik ss 420. pada suhu 500° C selama 120 menit memiliki nilai korosi yang terbaik [14].

Pada penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan Dwi Rahman Rafi dkk (2018) dengan judul Pengaruh Kekasaran Permukaan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Karakteristik Lapisan *Electroless* Ni-P Pada Baja Tahan Karat Martensitik 420. Pada penelitian ini menggunakan kekasaran permukaan 0,044 μm , 0,056 μm , dan 0,164 μm serta dengan variasi kecepatan pengadukan 4,9 rpm, 11,3 rpm, dan 21,3 rpm . Penelitian ini menghasilkan semakin kasar permukaan benda uji maka akan menghasilkan daya lekat yang tinggi pula. Dan semakin cepat kecepatan pengadukan menghasilkan ketebalan lapisan yang lebih tebal. Namun pada penelitian tersebut kecepatan pengadukan menggunakan kecepatan yang rendah. Kemudian pada penelitian sebelumnya pula yang telah dilakukan Nurhakim Bahtiar dkk. (2017) dimana penelitian ini menggunakan variasi waktu pelapisan selama 5, 10, dan 15 menit. Menghasilkan semakin lama proses pelapisan maka lapisan metal yang terbentuk semakin tebal. Pada Penelitian lain juga dijelaskan menggunakan variasi suhu pemanasan 200° C, 300°C, 400°C, dan 500°C, sedangkan variasi waktu pemanasan menggunakan 60, 120, dan 180 menit. Menghasilkan pada suhu 500° C selama 120 menit memiliki nilai laju korosi terendah [14].

Maka pada penelitian kali ini dilakukan penelitian pelapisan baja karbon rendah ASTM A36 dengan metode *electroless* Ni-P dengan kekasaran permukaan yang tinggi dan ditambah variasi kecepatan pengadukan yang tinggi yaitu 250 rpm, 300 rpm, dan 350 rpm juga waktu pencelupan selama 120 menit kemudian dengan penambahan proses pemanasan pada suhu 500° C selama 120 menit.

Tabel 1. Kandungan unsur baja ASTM A36 dengan kandungan yang dominan Fe

Komposisi Kandungan Kimia (%)			
C	0.106	V	0.001
Si	0.185	Al	0.024
Mn	0.505	Ti	0.001
P	0.009	N	0.053
S	0.004	Ce	0.21
Nb	0.002	Ni	0.046
Cu	0.014	Mo	0.009
Cr	0.093		

2. Material dan metodologi

2.1. Preparasi sampel

Hal pertama yang dilakukan adalah memotong baja ASTM A 36 dengan dimensi 2x3 cm menggunakan gerinda potong. Kemudian menghilangkan sisa pemotongan dan karat yang terlihat dengan gerinda tangan. Setelah bersih sampel permukaan diampelas menggunakan ampelas grid 400. Setelah permukaan sampel bersih barulah dicuci menggunakan deterjen untuk menghilangkan lemak yang terdapat pada baja. Lalu sampel dicelupkan kedalam cairan

kimia kimia HNO 10 ml + 20ml HCL + 30ml aquades selama 2 menit guna lebih membersihkan permukaan dan mempersiapkan permukaan untuk pelapisan. Setelah itu sampel dibilang dengan air aquades selama 2 menit.



Gambar 1. Preparasi sampel metode ASTM A36 (Laboratorium Kimia Untirta)

2.2. Menyiapkan larutan *electroless*

Larutan *electroless* dibuat dengan mencampurkan sejumlah bahan yang dicampur kedalam gelas berisi 500 ml aquades, dengan komposisi:

- Nickel Sulfat 35 g/l jika dibuat 500 ml maka 17,5 gr
- Sodium Hiposfit 20 g/l jika dibuat 500 ml maka 10 gr
- Sodium Acetit 5 g/l jika dibuat 500 ml maka 2,5 gr
- Sodium Citrat 15 g/l jika dibuat 500 ml maka 7,5 gr



Gambar 2. Pencampuran beberapa senyawa larutan *electroless* kedalam gelas/tabung reaktor (Lab Kimia Untirta)

2.3. Proses perendaman

Sebelum proses perendaman dimulai, pastikan terlebih dahulu larutan *electroless* sudah berada pada suhu $\pm 80^{\circ} \text{C}$ dan memiliki PH 4-5. Setelah itu sampel diikatkan pada tiang statis diatas gelas perendaman. Proses perendaman dilakukan dengan variasi kecepatan pengadukan dan waktu pencelupan yang berbeda. Tabel 2 menunjukkan perbedaan variasi perlakuan sampel selama proses perendaman berlangsung.

Tabel 2. Variasi Proses perendaman

Sampel	Kecepatan Pengadukan (RPM)	Waktu Pelapisan (Menit)
1	250	120
2	300	120
3	350	120

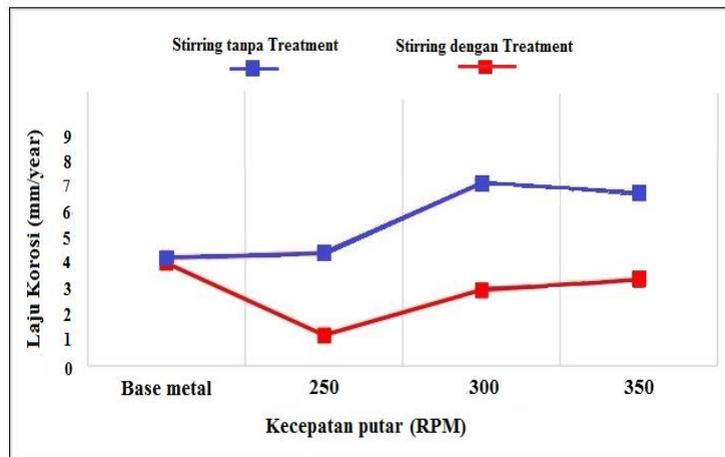
2.4. Proses pemanasan (Heat treatment)

Setelah proses perendaman, sampel dipanaskan pada oven pemanas dengan suhu 500°C selama 120 menit. Proses ini bertujuan untuk lebih merekatkan lapisan.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Analisa Laju Korosi Hasil Lapisan *Electroless* Ni-P

Analisis uji korosi digunakan untuk mengetahui seberapa kuat lapisan terhadap korosi yang terjadi. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode kehilangan berat yang mengacu pada ASTM G 31. Pengujian dilakukan dengan melakukan perendaman sampel pada media larutan HCL 10% selama 24 jam. Berat sampel akan ditimbang terlebih dahulu sebelum dan sesudah terjadinya perendaman, kemudian selisih beratnya dihitung dan didapat nilai laju korosi. Dari grafik diatas pula dapat dilihat hasil laju korosi terendah terdapat pada kecepatan pengadukan 250 rpm, kemudian 300 rpm, dan terakhir 350 rpm. Ini menunjukkan bahwa semakin rendah kecepatan pengadukan yang terjadi maka nilai laju korosi yang terjadi semakin rendah. Dan semakin cepat kecepatan pengadukan yang terjadi menghasilkan nilai laju korosi yang semakin besar.

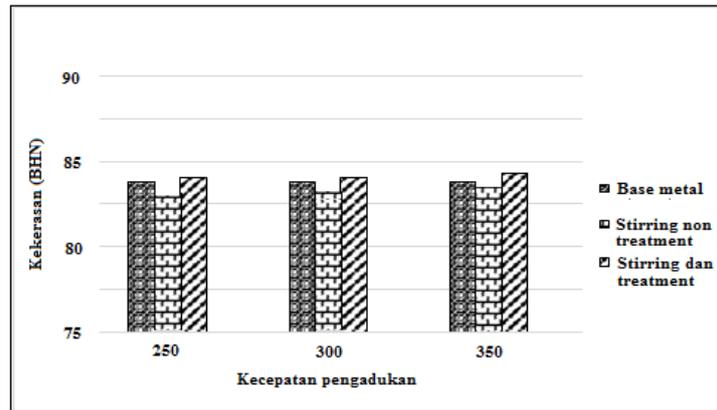


Gambar 3. Grafik hubungan nilai laju korosi terhadap kecepatan pengadukan.

Pada Gambar 3 terlihat perbedaan nilai laju korosi yang tidak melalui proses pemanasan dan sampel yang melalui proses pemanasan setelah proses pelapisan dilakukan. Nilai laju korosi setelah proses pemanasan mempunyai nilai yang lebih baik daripada sampel yang tidak dilapisi dan sampel yang tidak melalui proses pemanasan setelah proses pelapisan. Perbedaan variasi kecepatan pengadukan yang diberikan dapat dilihat bahwa kecepatan 250 rpm mempunyai hasil yang terbaik, kemudian diikuti pada kecepatan 300 rpm dan terakhir pada kecepatan 350 rpm. Maka semakin cepat putaran pengadukan maka hasil yang didapatkan semakin buruk, dan semakin rendah putaran pengadukan mempunyai nilai laju korosi yang lebih baik.

3.2. Analisis Uji Kekerasan

Analisis uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik berupa nilai kekerasan dari baja yang telah dilapisi. Pengujian ini menggunakan metode Rockwell dengan standar JIS Z 2245 (2016) yang dilakukan di PT. Krakatau Steel. Pegujian mencakup sampel yang melalui proses pemanasan dan yang tidak melalui proses pemanasan. kenaikan pada nilai kekerasannya. Namun pengaruh dari proses pelapisan *electroless* Ni-P ini tidak berpengaruh secara signifikan pada nilai kekerasan dari baja ASTM A36 tersebut.



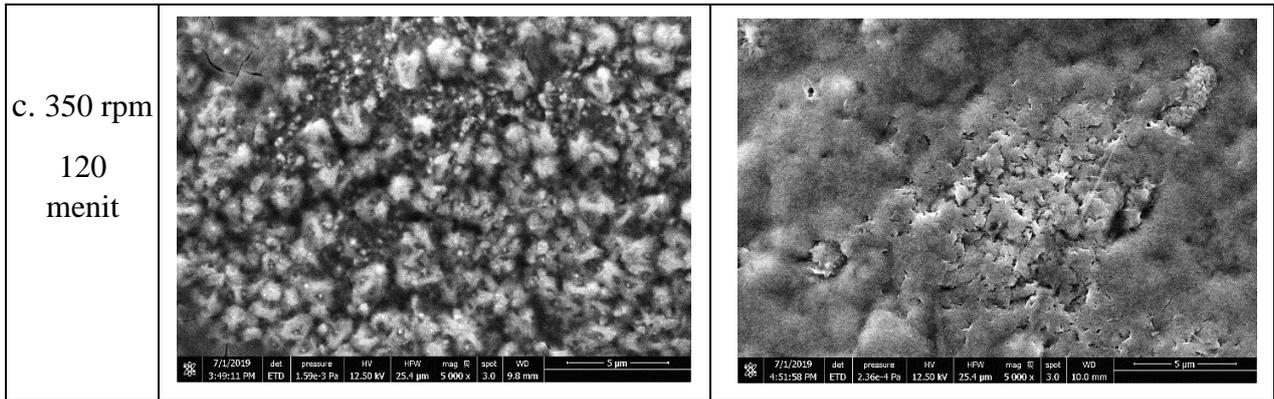
Gambar 4. Grafik hubungan nilai kekerasan terhadap kecepatan proses pengadukan

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa perbedaan kecepatan pengadukan tidak mempengaruhi nilai kekerasan dari baja ASTM A 36. Karena pada dasarnya proses pelapisan *electroless* Ni-P ini tidak mempengaruhi nilai dari kekerasan baja tersebut. Pada gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa variasi waktu perendaman pada proses pelapisan *electroless* Ni-P tidak berpengaruh signifikan pada hasil kekerasan baja ASTM A 36. Karna pada dasarnya lapisan *electroless* tersebut tidak merubah sifat mekanik kekerasan pada baja yang dilapisi.

3.3. Analisa Morfologi dan komposisi Hasil Lapisan *Electroless* Ni-P

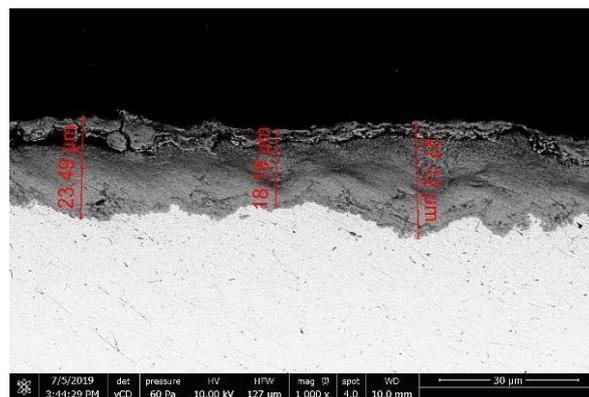
Analisis permukaan hasil pelapisan *electroless* Ni-P dengan menggunakan *Scanning electron microscopy energy dispersive spectrometry* (SEM EDS). Untuk mengetahui struktur lapisan yang terbentuk dari hasil pelapisan. Sampel yang diuji adalah varian dengan kecepatan putaran 250 rpm, 300 rpm dan 350 pada waktu pencelupan 120 menit sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan temperatur [12].

	Sebelum Pemanasan	Setelah Pemanasan
a. 250 rpm 120 menit		
b. 300 rpm 120 menit		



Gambar 5. Hasil SEM dengan perbesaran 1000x dengan kecepatan putar dan waktu *electroless* a. 250rpm, 120 menit b. 300rpm,120menit c. 350rpm, 120menit

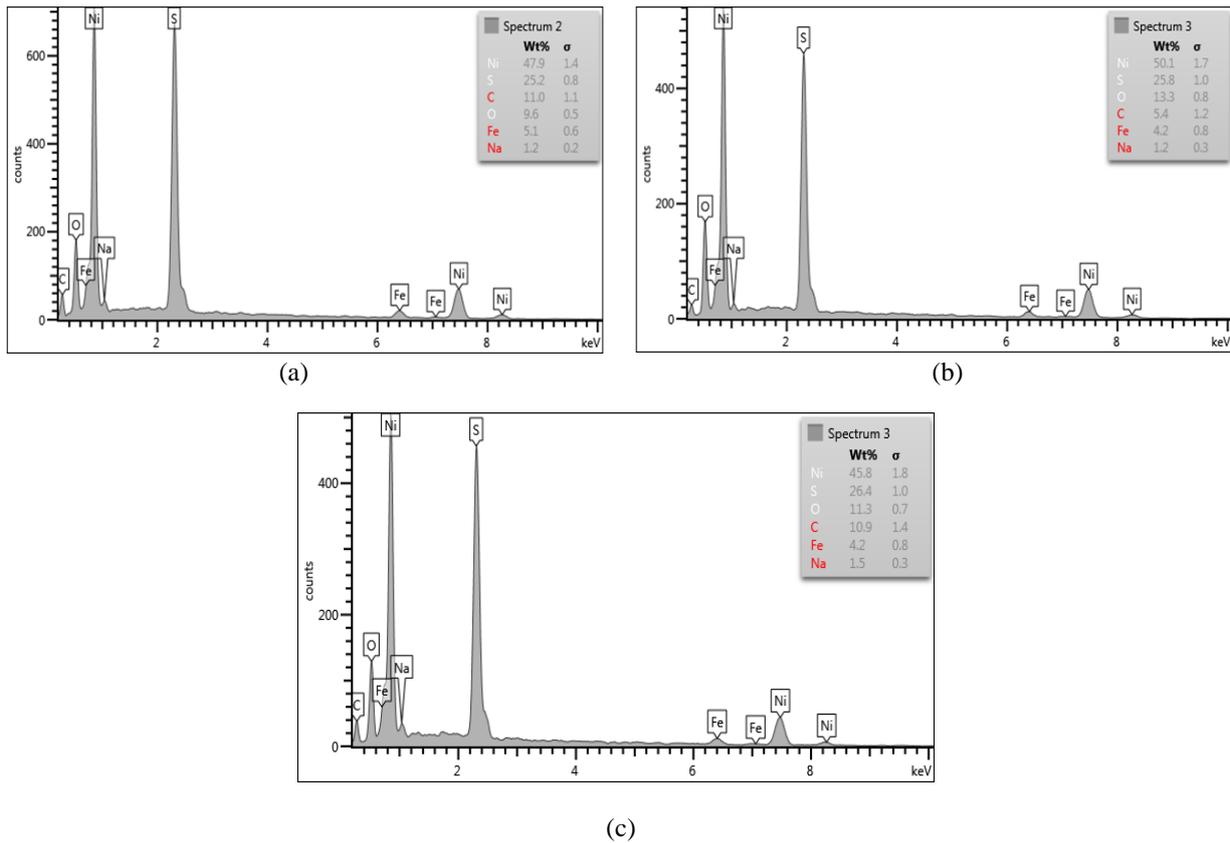
Pada hasil pengujian SEM EDS terdapat pula komposisi unsur pada lapisan yang terkandung. Pada lapisan ini terdapat berbagai unsur seperti *carbon*, *oksigen*, *natrium*, *sulfur*, besi, dan nikel. Namun unsur yang paling banyak adalah nikel dan sulfur. Data komposisi unsur setiap sampel ini dapat dilihat masing-masing pada tabel dibawah ini. Hasil ketebalan lapisan dipeloreh dari sampel dengan varian 250 rpm pada waktu pencelupan 120 menit yang mengalami pemanasan setelah pelapisan pada suhu 500°C selama 120 menit. Hasil ketebalan lapisan memiliki ketebalan rata – rata setebal 22,93 μm . Sehingga dapat diasumsikan ketebalan lapisan pada sampel lain tidak jauh berbeda [15].



Gambar 6. Ketebalan hasil proses elektroless pada kecepatan pengadukan 250 dan waktu 120 menit

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa pada variasi kecepatan 250 rpm selama 120 menit sebelum dan setelah proses pemanasan memiliki butir struktur yang paling kecil dan merata. Lalu pada struktur lapisan yang telah melewati proses pemanasan memiliki struktur yang kecil dan rapat. Kemudian pada variasi 300 rpm selama 120 menit sebelum dan setelah proses pemanasan memiliki butir struktur yang lebih besar. Juga pada stuktur yang telah melewati proses pemanasan memiliki struktur yang lebih rapat ketimbang sebelum proses pemanasan.

Maka dapat dilihat unsur *nickel* yang paling besar pada sebelum dan setelah proses pemanasan terkandung pada variasi 250 rpm selama 300 rpm kemudian selama 350 rpm. Terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan maka kandungan nickel akan semakin banyak. Namun pada kecepatan 350 rpm sudah tidak efisien dan justru terjadi penggerusan karna terlalu cepat proses pelapisan.



Gambar 7. Hasil SEM-EDS dengan kecepatan putar dan waktu *electroless* a. 250rpm, 120 menit b. 300rpm,120menit c. 350rpm, 120menit

Pada Gambar 7 dari hasil SEM-EDS ini bisa dilihat bahwa lapisan yang mengandung unsur *nickel* lebih banyak memiliki nilai laju korosi yang lebih rendah. Namun adanya proses pemanasan setelah pelapisan membuat lapisan yang terbentuk lebih rapat sehingga walaupun kandungan *nickel*-nya tidak berbeda jauh dengan sampel yang tidak melalui proses pemanasan, nilai korosinya tetap lebih baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian analisa maka dapat disimpulkan:

Kecepatan pengadukan pada proses *electroless* sangat berpengaruh terhadap kualitas lapisan bahwa kenaikan kecepatan pengadukan menghasilkan ketahanan korosi yang semakin baik. Nilai laju korosi terendah terdapat pada kecepatan 250 rpm, diikuti 300 rpm kemudian 350 rpm. Demikian pula proses perlakuan temperatur pada suhu 500° C selama 120 menit sangat berpengaruh besar terhadap kualitas lapisan hasil *electroless* dimana dapat meningkatkan nilai ketahanan korosi dan nilai kekerasan.

Daftar Pustaka

- [1] Fontana, GM. 1987. “*Corrosing engineering*” 3rd. New York: McGraw – Hill Book Company.
- [2] Ron P. 2015. “*Properties and application electroless nickel.*” Amerika Serikat. Nickel development institute.
- [3] Wahudi, S. 2012. “*Buku Saku Elektroplating.*” 1-44.
- [4] Takei T , 1998. *Surface Finishing Handbook*, edited by Metal Finishing Soc. Japan, Nikkan Kogyo Shimbun Co., pp. 283-295.
- [5] Equbal, A, and K. A.Sood. 2014.“*Metallization on FDM Parts Using the Chemical Deposition Technique.*” *Coatings* 4 (3): 574-586.

- [6] Mabruhi Efendi, dkk. 2015. *Pengaruh Mo dan Ni terhadap struktur mikro dan kekerasan baja tahan karat martensitik 13Cr*. Majalah Metalurgi 3 : 133-140. Pusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI Gedung 470 Kawasan Puspitek. Tangerang Selatan. Indonesia.
- [7] Lestari Yulinda, Mabruhi Efendi, dkk. 2016. *Studi pelapisan komposit Ni-P-Nano Al_2O_3 dengan metode electroless co-doposition*. Jurnal Material Metalurgi (2016) 1: 1-68.
- [8] Taheri, R. (2002). *Evaluation of Electroless Nickel-Phosphorus (EN) Coatings*. Journal University of Saskatchewan
- [9] Dwi Rachman Rafi, Nikitasari Arini, dkk. 2018. *Pengaruh Kekasaran Permukaan Dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Karakteristik Lapisan Elektrodes Ni-P Pada Baja Tahan Karat Martensitik SS 420*. Widyasari. Vol. 4 No.1.
- [10] Santhiarsa, Nitya. 2016. *Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pelapisan Elektrodes Terhadap Ketebalan Lapisan Metal Di Permukaan Plastik ABS*. Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VII.
- [11] Santhiarsa, N. 2016. “Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pelapisan Elektrodes Terhadap Ketebalan Lapisan Metal Dipermukaan Plastik ABS.” Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VII 4 (1): 22
- [12] Tang, X.,M.Cao, C Bi, L Yan, and B. Zhang. 2007. “A new palladium-free surface activation process for Ni electroless plating on ABS plastic.” Materials Letters (63): 840-842.
- [13] Wang, G. X, N. Li, H.L.Hu, and Y.C.Yu. 2006. “Process of Direct Copper Plating on ABS Plastics.” Applied Surface Science 253 (2): 480-484.
- [14] Nurhakim Bahtiar, Nikitasari Arini, dkk. 2017. *Pengaruh Suhu Dan Waktu Pemanasan Terhadap Karakteristik Lapisan Elektrodes Ni-P Pada Baja Tahan Karat Martensitik SS 420*. Jurnal Sains Materi Indonesia. ISSN : 1411-1098.
- [15] Goodge John, *Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS)*, Integrating Research and Education, University of Minnesota-Duluth.