

STUDI LITERATUR PENGARUH KUAT ARUS, TEGANGAN, SUHU DAN WAKTU TERHADAP PELAPISAN LOGAM DENGAN METODE *ELECTROPLATING*

Muhammad Haris Fahmi, Windi Zamrudy

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
Hariisbtm@gmail.com, [windimlg@gmail.com]

ABSTRAK

Electroplating pada dunia industri banyak dimanfaatkan akhir-akhir ini dengan tujuan untuk perbaikan penampakan benda kerja yang dilapisi maupun untuk mencegah atau menghambat lajut korosi logam. Electroplating merupakan proses pelapisan logam yang dilakukan dengan mengalirkan arus listrik searah pada elektroda-elaktroda melalui larutan elektrolit. Tembaga, krom dan nikel biasanya digunakan sebagai logam pelapis saat proses electroplating, karena merupakan logam pelapis yang sering digunakan serta mempunyai penghantar panas dan listrik yang baik. Pengaruh parameter kuat arus, tegangan, suhu dan waktu pada electroplating dibahas pada makalah ini. Penggunaan kisaran tegangan electroplating dan batasan waktu dari hasil beberapa penelitian juga diuraikan pada makalah ini.

Kata kunci: *Electroplating*, logam pelapis, ketebalan

ABSTRACT

Electroplating in the industrial world has been widely used lately with the aim of improving the appearance of coated workpieces and preventing or inhibiting metal corrosion. Electroplating is a metal plating process that is carried out by flowing direct electric current to the electrodes through an electrolyte solution. Copper, chromium and nickel are usually used as coating metals during the electroplating process, because they are the most commonly used coating metals and are good conductors of heat and electricity. The influence of the parameters of current, voltage, temperature and time on electroplating is discussed in this paper. The use of electroplating voltage ranges and time constraints from the results of several studies are also described in this paper.

Keywords: *Electroplating*, coating factors, thickness

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri di seluruh dunia meningkat pesat mulai dari skala produksi kecil sampai dengan skala produksi besar. Pemilihan bahan peralatan pada kegiatan produksi merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan khususnya oleh perusahaan. Banyak dari perusahaan industri tersebut menggunakan logam sebagai bahan pada peralatan untuk menunjang kebutuhan industri [1].

Korosi atau yang lebih dikenal dengan istilah pengurangan merupakan peristiwa kerusakan suatu logam yang terjadi karena adanya faktor metalurgi serta akibat dari pengaruh lingkungan sehingga dapat menurunkan kualitas bahan logam tersebut [2]. Korosi merupakan masalah yang sangat serius dalam dunia material, karena dapat mengakibatkan

kerugian yang besar di berbagai bidang seperti industri dan konstruksi, termasuk industri minyak dan gas serta perusahaan yang bergerak terhadap pelayanan publik seperti pembangkit listrik dan perusahaan air minum. Terjadinya korosi ini tidak dapat dihindari, namun lajunya dapat dikendalikan. Salah satu upaya pengendalian korosi dapat dilakukan dengan metode *electroplating*. Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk mengetahui variabel yang baik pada pengaruh kuat arus, tegangan, suhu dan waktu terhadap pelapisan logam dengan metode *electroplating*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Artikel ini disusun berdasarkan studi literatur jurnal penelitian untuk menentukan pengaruh kuat arus, tegangan, suhu dan waktu terhadap pelapisan logam dengan metode *electroplating*. Karya ilmiah ini disusun secara deskriptif kualitatif dengan beberapa sumber jurnal nasional maupun internasional. Sehingga dapat mengkaji data-data pendekatan teori dan dapat disimpulkan.

2.1. Proses *Electroplating*

Electroplating adalah suatu metode pelapisan permukaan material yang berlangsung di dalam larutan elektrolit dengan cara dialiri arus listrik melalui anoda menuju spesimen yang berfungsi sebagai katoda [3]. Tembaga, krom dan nikel biasanya digunakan sebagai logam pelapis saat proses *electroplating*. Karena merupakan salah satu logam pelapis yang banyak digunakan karena mempunyai penghantar panas dan penghantar listrik yang baik [4]

Proses *electroplating* pada dasarnya terhubung dengan arus listrik dimana dua elektroda (anoda dan katoda) dan dicelupkan ke dalam larutan yang mengandung elektrolit. Proses seperti ini dikenal juga dengan proses elektrolisa dimana terjadi reaksi oksidasi dan reduksi. Logam yang akan dilapisi adalah katoda dan logam pelapis menjadi anoda. Dengan adanya arus listrik maka elektron akan mengalir melalui elektroda positif (anoda) menuju elektroda negatif (katoda) bersamaan dengan ion-ion logam yang berasal dari elektrolit membentuk lapisan dipermukaan logam yang akan dilapisi [5]. Parameter penting yang berpengaruh pada proses *electroplating* adalah kuat arus, tegangan, waktu pelapisan, konsentrasi elektrolit, dan suhu [6]. Elektrolit adalah zat-zat yang dapat menghantarkan arus listrik. Pada dasarnya elektrolit yang dipergunakan dalam bentuk larutan asam/basa dicampur dengan air murni. Air murni yang dimaksudkan adalah air yang tidak mengandung zat yang dapat merubah sifat elektrolit.

Electroplating dapat dikatakan sebagai suatu proses pengendapan *electro* lapisan logam pada elektroda yang bertujuan membentuk permukaan dengan sifat atau dimensi yang berbeda dengan logam dasarnya. *Electroplating* termasuk salah satu cara melindungi dari korosi pada logam serta memberikan nilai estetika pada logam yang dilapisi seperti warna dan tekstur tertentu [7].

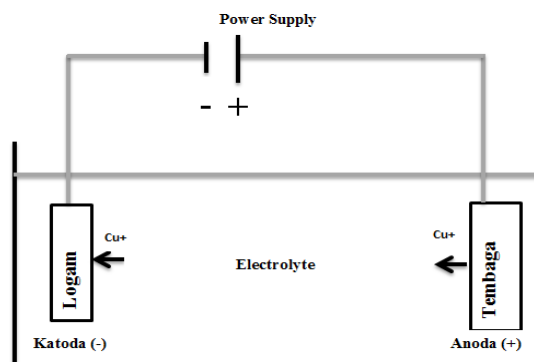
Proses *electroplating* dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu:

- a. Proses pengerjaan persiapan (*Pre-Treatment*)

Sebelum proses *electroplating* dilakukan, permukaan benda kerja yang akan dilapisi harus dibersihkan dan bebas dari kotoran.

- b. Pembersihan secara mekanik
Dilakukan dengan bertujuan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan goresan pada benda kerja. Untuk menghaluskan permukaan, dilakukan dengan proses *polishing*.
- c. Pembersihan dengan *solvent* (pelarut)
Proses ini bertujuan untuk membersihkan spesimen dari debu, minyak, dan kotoran. Pembersihan dengan *solvent* dapat dilakukan dengan secara alkali, secara *electro* (*electrodegreasing*), dan secara asam dengan menggunakan HCl ataupun H₂SO₄ [8]

Komponen-komponen yang berperan penting dalam suatu proses *electroplating* adalah larutan elektrolit (sumber pelapis), anoda (bahan pelapis), katoda (sampel), dan *power supply* (arus DC). Seperti diketahui, pada bagian anoda reaksi yang terjadi adalah reaksi kimia, sedangkan pada katoda reaksinya adalah reaksi reduksi. Pergerakan dari ion-ion larutan yang ada menyebabkan terjadinya kedua macam reaksi pada sistem elektrolisa tersebut. Ion yang bergerak migrasi ke anoda disebut anion, sedangkan yang bergerak ke katoda disebut kation. Jika arus listrik dialirkan kedalam larutan elektrolit (larutan pelapis) akan terjadi aliran ion-ion dalam larutan ion positif bermigrasi ke arah elektroda negatif (katoda). Bersamaan dengan ini terjadi proses perpindahan muatan pada kedua elektroda. Migrasi dari ion-ion tersebut menimbulkan reaksi reduksi (katoda/benda kerja) dan reaksi kimia (anoda) [9]. Untuk ilustrasi proses metode *electroplating* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi proses *electroplating*

A. Anoda (Bahan pelapis)

Anoda adalah elektroda positif dan merupakan logam pelapis. Anoda pada larutan elektrolit ada yang tidak larut dan larut. Anoda yang tidak larut berfungsi sebagai penghantar arus listrik, sedangkan anoda yang larut berfungsi selain penghantar arus listrik, juga sebagai bahan baku pelapis. Perhitungan pada anoda perlu dilakukan dengan keuntungan yang didapatkan seperti meningkatkan distribusi endapan, mengurangi kontaminasi larutan dan mengurangi timbulnya masalah saat proses *electroplating* berlangsung.

B. Katoda (Bahan yang dilapisi)

Katoda merupakan benda kerja yang akan dilapisi, dan dihubungkan dengan kutub (-) negatif dari sumber arus listrik. Katoda harus memiliki kumpulan atom-atom yang terikat dimana elektron-elektronnya dapat bergerak bebas sehingga proses *electroplating* dapat

berlangsung dengan baik dan logam dapat menempel dengan kuat pada katoda. Agar mendapatkan hasil pelapisan yang baik, maka diperlukan proses *pre-treatment* sebelum dilakukan pelapisan.

C. Elektrolit

Elektrolit berupa larutan yang molekulnya dapat larut dalam air dan terurai menjadi partikel-partikel yang bermuatan positif atau negatif. Pada proses elektrolisa terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Elektron (listrik) memasuki larutan melalui kutub negatif (katoda) dan selanjutnya menuju kutub positif (anoda) untuk kembali ke satu daya.

D. Power Supply (Arus DC)

Power supply atau *rectifier* adalah suatu alat yang dapat mengubah tegangan listrik dari 220 volt menjadi yang lebih rendah sesuai dengan yang diinginkan. Tegangan yang keluar dari trafo masih dalam keadaan bolak-balik (AC), sehingga untuk merubah dari AC ke DC (searah) diperlukan sebagai penyearah dan kapasitor elektrolit sebagai perata dari tegangan output [7].

Dalam sektor industri, *electroplating* digunakan untuk menghasilkan bentuk kompleks dalam bagian sistem operasi. Bentuk yang dilakukan berbagai operasi yaitu seperti pengepresan, pengecoran, permesinan dan pengelasan untuk diproduksi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pelapisan logam dengan metode *electroplating* menggunakan prinsip elektrodposisi. Elektrodposit menunjukkan sifat mekanik, fisik dan kimia yang sangat baik seperti kekerasan, keuletan dan tahan terhadap korosi. Laju deposit pada saat proses berlangsung bergantung pada kuat arus yang ditentukan, lama waktu pelapisan dan kecepatan laju alir [7].

Berdasarkan data Tabel 1, beberapa penelitian menunjukkan bahwa parameter kuat arus, tegangan, suhu, dan waktu sangat berpengaruh pada ketebalan yang dihasilkan saat proses *electroplating*. Besar nilai variabel kuat arus, tegangan, suhu dan waktu yang digunakan semakin besar, maka akan semakin cepat pula lapisan logam terbentuk [17]. Namun, besarnya penggunaan nilai variabel pada parameter memiliki batasan tertentu.

Pada parameter tegangan, ketebalan spesimen yang terlapsi naik seiring dengan kenaikan variabel tegangan yang diubah pada saat proses *electroplating* berjalan. Hal ini disebabkan karena tegangan salah satu faktor penting dalam proses *electroplating* karena mempengaruhi jumlah muatan yang mengalir dari anoda ke katoda, sehingga semakin besar tegangan listrik yang dihasilkan pada proses *electroplating* maka jumlah ion-ion yang mengalir ke katoda akan semakin banyak dan cepat menempel pada katoda [18]. Nilai variabel yang optimal digunakan dalam proses *electroplating* sebesar 2 volt sampai 12 volt. Dari data-data eksperimen jurnal penelitian saat proses *electroplating* dengan perbandingan variabel pada parameter tegangan, variabel tegangan listrik 12 volt dengan durasi waktu 15 menit merupakan hasil terbaik yang dilakukan oleh Raharjo [8] dengan ketebalan yang terlapsi sebesar 37,79 μm .

Tabel 1 . Pengaruh tegangan, kuat arus, waktu dan suhu *electroplating* terhadap ketebalan

No	Sampel	Logam Pelapis	Parameter				Ketebalan (μm)	Sumber								
			Tegangan (V)	Kuat Arus (A)	Waktu (menit)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)										
1	Spesimen baja Karbon rendah	Krom	4	-	15	55	7,76	[8]								
			6				9,31									
			8				18,85									
			10				27,16									
			12				37,79									
2	Plat baja Karbon rendah 50 x 40 x 4 mm	Krom	2.5	-	5	-	0,02	[10]								
					10		0,03									
					15		0,06									
					5		0,02									
					10		0,04									
			15		0,06											
			3		Plat baja Karbon Rendah		Nikel		3	-	15	-	0,03	[11]		
													3.5		10	0,05
													15		0,08	
													3		4	17,8
4	19															
4	Benda uji ukuran 4 X 2 X 0.4 cm	Emas	-	0.9	8	30	5,7	[12]								
						40	11,55									
						50	17,33									
						60	34,66									
						2	0,051									
5	Plat baja Karbon rendah	Nikel	-	-	2	60	0,082	[13]								
							3		0,098							
							4		0,123							
							5		0,0041							
							2		0,007							
					6	Aluminium Ukuran 5 x 3 x 0,3 cm ²	Krom		3	-	1	30	19,94	[14]		
												45	21,92			
												60	28,14			
												2,5	5		2,2	
												8	5,5			
7	Plat baja Karbon rendah	Tembaga	3	-	5	-	8,7	[15]								
					8		5,4									
					10		10,3									
					5		14,6									
					8		8,5									
			8		Plat Baja Karbon Rendah		Nikel-Krom		-	-	10	-	1,23	[16]		
													15		1,47	
													20		1,2	
													10		1,43	
													15		1,8	
20	1,2															

Kuat arus berbanding lurus dengan tegangannya, sehingga semakin besar tegangannya maka kuat arusnya semakin tinggi. Kuat arus dapat meningkatkan kecepatan pelapisan [19] dan semakin tinggi kuat arus yang digunakan maka nilai ketebalan permukaan

yang diperoleh juga semakin besar. Dalam proses *electroplating*, kuat arus harus sesuai dengan bentuk spesimen dan suhu *bath electroplating* karena merupakan parameter yang penting dan harus dikontrol dengan benar [6]. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Rhomdan [11] dengan perubahan variabel pada kuat arus dan nilai tegangan yang tetap. Terlihat pada variabel 2 volt dengan perubahan variabel kuat arus memiliki pertumbuhan rata-rata ketebalan sebesar 1,2 μm dan pada variabel 3 volt dengan perubahan variabel kuat arus yang memiliki kenaikan yang cukup signifikan.

Proses *electroplating* yang dilakukan oleh Wardoyo [16], menggunakan variabel kuat arus 0,5 A dan 1 A dengan waktu selama 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Pada waktu 20 menit, terjadi penurunan nilai ketebalan yang dihasilkan baik dengan parameter kuat arus 0,5 A dan 1 A. Pada variabel kuat arus 0,5 A dengan perbandingan rentang waktu 10 menit ke 15 menit memiliki kenaikan ketebalan sebesar 0,24 μm , namun pada rentang waktu 15 menit ke 20 menit terjadi penurunan ketebalan yang dihasilkan sebesar 0,27 μm . Serupa dengan variabel kuat arus 1 A dengan perbandingan rentang waktu 10 menit ke 15 menit memiliki kenaikan ketebalan sebesar 0,37 dan pada rentang waktu 15 menit ke 20 menit terjadi penurunan ketebalan yang dihasilkan sebesar 0,6 μm . Hal ini dikarenakan penggunaan waktu saat proses *electroplating* yang optimal maksimal selama 15 menit. Jika waktu *electroplating* terlalu lama lebih dari 15 menit maka spesimen dapat terbakar dan menjadi hitam atau hangus dan ketebalan yang dihasilkan tidak konstan [8] sehingga proses *electroplating* tidak menjadi baik dan efisien.

Parameter suhu berpengaruh pada ketebalan yang dihasilkan. Karena semakin tinggi suhu yang digunakan, pergerakan ion juga akan semakin tinggi sehingga gerak ion akan semakin cepat yang menyebabkan lapisan yang dihasilkan semakin tebal [20]. Namun pada penelitian oleh [13], suhu optimal yang digunakan sebesar 60 °C dibandingkan dengan suhu 70 °C terhadap ketebalan yang terlapisi saat proses *electroplating*. Ketebalan terbesar yang dihasilkan pada suhu 60 °C dengan waktu selama 5 menit sebesar 0,123 μm , sedangkan ketebalan terbesar yang dihasilkan pada suhu 70 °C dengan waktu selama 5 menit hanya sebesar 0,0165 μm . Hal ini menunjukkan penggunaan suhu yang optimal saat proses *electroplating* sebesar 45°C sampai 60°C sehingga menyebabkan peningkatan konduktivitas larutan saat proses dan mengisi lapisan pada spesimen relatif lebih cepat, namun terjadi efek buruk jika suhu tinggi yang digunakan [6].

4. KESIMPULAN

Parameter kuat arus, tegangan, suhu dan waktu berpengaruh pada ketebalan logam yang dihasilkan pada proses *electroplating*. Besar nilai variabel kuat arus, tegangan, suhu dan waktu yang digunakan semakin besar, maka akan semakin cepat pula lapisan logam terbentuk. Penggunaan nilai variabel tegangan yang optimal pada kisaran 2 volt sampai 12 volt. Kuat arus dapat meningkatkan kecepatan pelapisan dan semakin tinggi kuat arus yang digunakan maka nilai ketebalan permukaan yang diperoleh juga semakin besar. Waktu saat proses *electroplating* maksimal selama 15 menit, jika waktu digunakan lebih lama dari 15 menit spesimen dapat menjadi terbakar dan menjadi hitam atau hangus. Suhu optimal selama proses *electroplating* sebesar 45 °C sampai 60 °C.

REFERENSI

- [1] Callister, W. D., dan Rethwish, D. G., 2015, *Materials Science and Engineering*, Ninth Edition, John Wiley and Sons Asia., Pte Ltd.
- [2] Bayliss, D. A. dan Deacon, D. H., 2002, *Steelwork Corrosion Control Second Edition*, CRC Press.
- [3] Santosa, B. dan Syamsa, M., 2007, *Pengaruh Parameter Proses Pelapisan Nikel Terhadap Ketebalan Lapisan*, Jurnal Teknik Mesin, Vol. 9, No. 1, 25-30.
- [4] Budiyanto, E., Setiawan, D. A., Supriadi, H., dan Ridhuan, K., 2016, *Pengaruh Jarak Anoda-Katoda Pada Proses Elektroplating Tembaga Terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda Baja AISI 1020*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Metro, Vol. 5, No. 1, 21-29.
- [5] S. Sudigdo, R., Suma, H. E., dan Solehudin, A., 2002, *Optimasi Kondisi Proses Pada Pelapisan Logam Nikel Dekoratif (Elektroplating) Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Industri Kecil Pelapisan Logam*, Media Komunikasi dan Informasi Pengabdian Kepada Masyarakat, Vol. 2, No. 2, 1-3.
- [6] Kumar, S., Pande, S., dan Verma, P., 2015, *Factor Effecting Electro-Deposition Process*. International Journal of Current Engineering and Technology, Vol. 5, No. 2, 700–703.
- [7] Suarsana, I. K., 2008, *Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel pada Tembaga dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Keecerahan dan Ketebalan Lapisan*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, Vol. 2, No. 1, 48-60.
- [8] Raharjo, S., 2010, *Pengaruh Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah*, Prosiding Seminar Nasional Unimus, Vol. 2010, 296-308.
- [9] Zhu, D., Zhu, Z. W., dan Qu, N. S., 2006, *Abrasive Polishing Assisted Nickel Electroforming Process*, CIRP Annals, Vol. 55, No. 1, 193-196.
- [10] Paridawati, P., 2013, *Analisa Besar Pengaruh Tegangan Listrik Terhadap Ketebalan Pelapisan Chrome Pada Plat Baja dengan Proses Electroplating*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 1, No. 1, 36-44.
- [11] Subayu, R. D. dan Sakti, A. M., 2018, *Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Tegangan pada Proses Elektroplating Nikel Terhadap Ketebalan Permukaan dan Mampu Bending Knalpot Sepeda Motor*, Jurnal Teknik Mesin, Vol. 6, No. 1, 121-128.
- [12] Yuliani, H. R., Gautama, P., dan Abadi, S., 2016, *Penentuan Kondisi Optimal Electroplating Emas pada Baja Peninjauan Kualitas Pelapisan*, Jurnal Integrasi Proses, Vol. 6, No. 2, 69-72.
- [13] Napitupulu, R. A. M., 2005, *Pengaruh Temperatur dan Waktu Pelapisan Nikel pada Baja karbon*, Jurusan Teknik Simetrika, Vol. 4, No. 2, 345-351.
- [14] Niam A., M. Y., Purwanto, H., dan Respati, S. M. B., 2017, *Pengaruh Waktu Pelapisan ElektroNikel Krom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan dan Kekasaran Lapisan*, Momentum, Vol. 13, No. 1, 7-10.
- [15] Ma'arif, M. L., Rohman, M., dan Wahid, I., 2020, *Analisis Pengaruh Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Pada Proses Pelapisan Elektroplating dengan Warna Copper (Tembaga) pada Baja Karbon Terhadap Kekerasan dan Ketebalan*, Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, Indonesia

- [16] Sumpena, S. dan Wardoyo, W., 2020, *Analisa Kuat Arus Listrik dan Waktu Elektroplating Nickel-Chrome Terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Permukaan Baja Karbon Rendah*, Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material, Vol. 4, No. 2, 96-102.
- [17] Utaminingrat, I. M. A. dan Eskani, I. N., 2018, *Studi Pelapisan Pada Bahan Non-Logam Untuk Aplikasi Produk Kerajinan Dengan Metode Electroforming*, Dinamika Kerajinan dan Batik, Vol. 35 No. 1, 45-52.
- [18] Anton, J. H., and Tomijiro, K., 1992, *Mengenal Pelapisan Logam Elektroplating*, Yogyakarta: Andi Offset
- [19] Hadromi, H., 2002, *Industri Elektroplating Kecil dan Menengah*, Yogyakarta.
- [20] Sasmita., and Dewi., 2016, *Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga pada Baja Karbon Rendah secara Electroplating terhadap korosi*, Eksakta, Vol. 2, No. 2016, 61-67.