

Pengaruh Jarak Anoda-Katoda dan Pemerata Arus pada Elektroplating Tembaga terhadap Baja AISI 1045 terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda

Harnowo Supriadi, Irwanto, Zulhanif

Jurusan Teknik Mesin, FT Universitas Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brodjonegoro No. 01 Gedung Meneng, Bandar Lampung, 35145
E-mail:harnowo.supriadi@eng.unila.ac.id

ABSTRAK

Pelapisan dengan menggunakan metode elektroplating secara konvensional memiliki kekurangsempurnaan, diantaranya adalah adanya distribusi arus yang tidak merata, sehingga menimbulkan ketidakseragaman ketebalan dan penampilan permukaan lapisan. Jarak anoda-katoda dan pemerata arus menentukan besarnya hantaran arus listrik dan sangat berpengaruh terhadap keseragaman tebal lapisan. Untuk itu dilakukan penelitian mengenai pengaruh jarak anoda-katoda dan pemerata arus terhadap ketebalan lapisan dan efisiensi katoda.

Penelitian ini menggunakan baja karbon sedang AISI 1045. Proses elektroplating dilakukan menggunakan variasi jarak anoda-katoda 12, 16, dan 20 cm dan posisi pemerata arus diposisikan seperempat jarak anoda-katoda, setengah jarak anoda-katoda dan tigaperempat jarak anoda-katoda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa massa lapisan terbesar ada pada jarak anoda-katoda 20 cm dan posisi pemerata arus 15 cm dari anoda yaitu sebesar 0,137 gram dan massa lapisan terkecil ada pada jarak anoda-katoda 12 cm dan posisi pemerata arus 6 cm dari anoda yaitu sebesar 0,097 gram. Tebal lapisan terkecil ada pada jarak anoda-katoda 12 cm yaitu sebesar 0,01667 mm. Sedangkan tebal lapisan yang terbesar berada pada jarak anoda-katoda 20 cm yaitu sebesar 0,02639 mm. Penggunaan pemerata arus juga berpengaruh terhadap ketebalan lapisan. Dengan menggunakan pemerata arus, tebal lapisan cenderung merata, sedangkan bila tidak menggunakan pemerata arus tebal lapisan cenderung lebih tebal dibagian ujung atau kutub katoda. Sebaran tingkat efisiensi katoda pada proses pelapisan tembaga pada baja karbon sedang AISI 1045 berada pada kisaran 65,54 – 92,57 %.

Keyword : elektroplating, tembaga, baja AISI 1045, jarak anoda-katoda, pemerata arus, ketebalan lapisan, efisiensi katoda

PENDAHULUAN

Teknologi pelapisan logam dewasa ini banyak dikembangkan, kebutuhan akan logam bukan hanya didasarkan pada keinginan untuk mendapatkan hasil yang kuat dan keras saja, tetapi juga dibutuhkan suatu produk yang tahan lama. Untuk meningkatkan masa pakai dari sebuah produk logam, ditempuhlah berbagai macam cara, mulai dari *heat treatment* terhadap permukaan sampai dengan proses pelapisan. Proses pelapisan (*coating*) sendiri selain bertujuan untuk meningkatkan usia pakai suatu produk juga berfungsi sebagai unsur dekoratif. Dengan pelapisan permukaan, suatu produk akan dapat menyuguhkan penampilan yang lebih menarik.

Pelapisan dengan menggunakan metode elektroplating secara konvensional memiliki beberapa kekurangsempurnaan, diantaranya adalah adanya distribusi arus yang tidak merata, sehingga

menimbulkan ketidakseragaman ketebalan dan penampilan permukaan lapisan, yang boleh jadi akan menimbulkan ketidakakuratan dimensi produk yang dihasilkan.

Untuk dapat menghindari terjadinya masalah ini, maka perlu adanya modifikasi pada system perangkat elektroplating. Perangkat tambahan yang dibuat nantinya berfungsi sebagai pemerata arus agar distribusi arus tidak terpusat pada kutub-kutub benda yang dilapisi.

Tujuan Penelitian

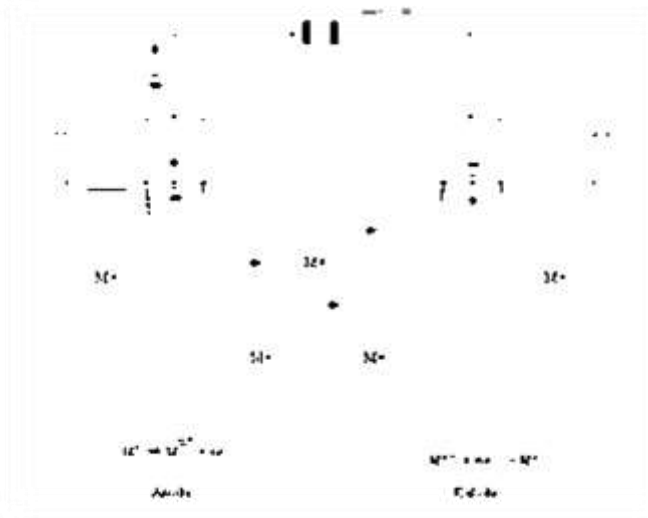
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan pemerata arus dan jarak anoda-katoda terhadap efisiensi katoda dan ketebalan lapisan pada proses elektroplating tembaga asam terhadap baja AISI 1045

TINJAUAN PUSTAKA

Proses Elektroplating

Proses elektroplating merupakan proses perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik melalui elektrolit sehingga ion logam tersebut mengendap pada benda padat konduktif dan membentuk lapisan logam (Grainger,1989). Ion logam diperoleh langsung dari elektrolit atau dengan pelarutan anoda logam ke dalam elektrolit. Lapisan logam yang mengendap disebut juga sebagai deposit (Purwanto,2004). Proses pelapisan logam secara elektroplating merupakan fenomena kebalikan dari korosi.

Prinsip utama proses elektroplating dapat dilihat pada gambar 1 (Vlack,1994).



Gambar 1. Skema sederhana proses elektroplating

Jarak anoda-katoda menentukan besarnya hantaran arus listrik dan sangat berpengaruh terhadap keseragaman tebal lapisan (Purwanto,2005). Besarnya hantaran berbanding terbalik dengan jarak. Apabila jarak anoda-katoda kecil, maka hambatan menjadi kecil dan konduktivitas besar sehingga untuk menghasilkan arus yang sama diperlukan tegangan yang lebih rendah.

Lintasan arus dari anoda ke katoda tidak semuanya lurus, melainkan cenderung melengkung, terutama yang berasal dari ujung anoda ke ujung katoda. Keadaan ini mengakibatkan rapat arus pada ujung-ujung elektroda menjadi lebih besar sehingga endapan yang terbentuk pada bagian ujung cenderung lebih tebal. Pada proses elektroplating untuk benda-benda yang rumit sering dihasilkan permukaan yang tidak rata, terutama di daerah-daerah yang berlekuk. Untuk mengatasinya, biasanya digunakan anoda sekunder untuk daerah-daerah tersebut. Sedangkan pada daerah dengan rapat arus tinggi

(biasanya di bagian ujung) dapat dipasang pemecah arus yang biasanya berupa plastik berbentuk sikat gigi.

Elektroplating Tembaga Asam

Larutan elektrolit yang digunakan pada elektroplating tembaga asam mengandung senyawa utama tembaga sulfat (*copper sulfate*) ditambah dengan asam sulfat (*sulfuric acid*) dan senyawa-senyawa lain untuk memperbaiki hantaran listrik, seperti senyawa klorida. Ion tembaga bermuatan positif dua (Cu^{2+}) dalam larutan elektrolit akan menangkap dua elektron dan mengendap pada katoda, digantikan posisinya oleh anoda tembaga (Cu) yang terlarut ke dalam elektrolit, sehingga kadar ion tembaga tetap dalam keadaan seimbang.

Tebal lapisan yang terbentuk pada katoda dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$d = \frac{V}{A} \quad (1)$$

Efisiensi plating pada umumnya dinyatakan sebagai efisiensi arus anoda maupun katoda (Wahyudi, 2006). Efisiensi katoda yaitu arus yang digunakan untuk mengendapkan logam pada katoda yaitu dibandingkan dengan total arus masuk. Arus yang tidak dipakai untuk pengendapan digunakan untuk penguraian air membentuk gas hidrogen, hilang menjadi panas atau pengendapan logam-logam lain sebagai impuritas yang tak diinginkan.

Efisiensi katoda dituliskan sebagai berikut :

$$\eta = W' / W \quad (2)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan Pokok yang Digunakan dalam Proses Pelapisan adalah : bak plating, penghantar, *power supply/adaptor*, pengubah arus L200C, elektroda (Anoda dan Katoda) dan multimeter.

Bahan uji/benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon sedang AISI 1045 dengan dimensi spesimen uji 40 x 25 x 4 mm. Bahan yang digunakan untuk melapisi spesimen uji adalah tembaga murni.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melalui serangkaian urutan kegiatan, diawali dengan kegiatan preparasi alat, bahan dan komponen penelitian lainnya, sampai

dengan pengujian hasil penelitian.

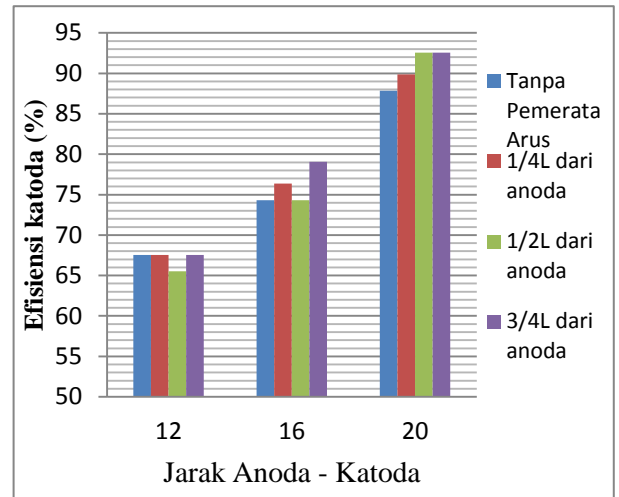
Penelitian ini menggunakan dua variabel bebas data, yakni jarak anoda-katoda 12, 16, dan 20 cm dan posisi pemerata arus diposisikan seperempat jarak anoda-katoda, setengah jarak anoda-katoda dan tigaperempat jarak anoda-katoda. Untuk sampai pada nilai efisiensi katoda, maka dibutuhkan massa aktual lapisan dan massa teoritis lapisan. Besaran massa aktual lapisan didapat dari pengurangan massa akhir spesimen setelah dilapisi dikurangi massa awal spesimen sebelum dilapisi menggunakan timbangan digital. Sementara besaran massa teoritis lapisan diperoleh dari rumusan hukum Faraday. Ketebalan aktual lapisan adalah ketebalan lapisan rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian ketebalan lapisan di beberapa titik pada sampel yang diukur menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali. Sedangkan ketebalan teoritisnya didapat dari penerapan hukum Faraday.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Besarnya efisiensi katoda ditinjau dari massa teoritis dan massa aktual lapisan dituangkan dalam bentuk tabel 1.

Tabel 1. Nilai Efisiensi Katoda berdasarkan Massa Teoritis dan Aktual Lapisan

Jarak anoda-katoda (cm)	Posisi pemerata arus	Massa Rata-rata Lapisan		Efisiensi Katoda (%)
		Teoritis	Aktual	
12	-	0.148	0.100	67.56
	3	0.148	0.100	67.56
	6	0.148	0.097	65.54
	9	0.148	0.100	67.56
16	-	0.148	0.110	74.32
	4	0.148	0.113	76.35
	8	0.148	0.110	74.32
	16	0.148	0.117	79.05
20	-	0.148	0.130	87.84
	5	0.148	0.133	89.86
	10	0.148	0.137	92.57
	15	0.148	0.137	92.57



Gambar 2. Efisiensi katoda

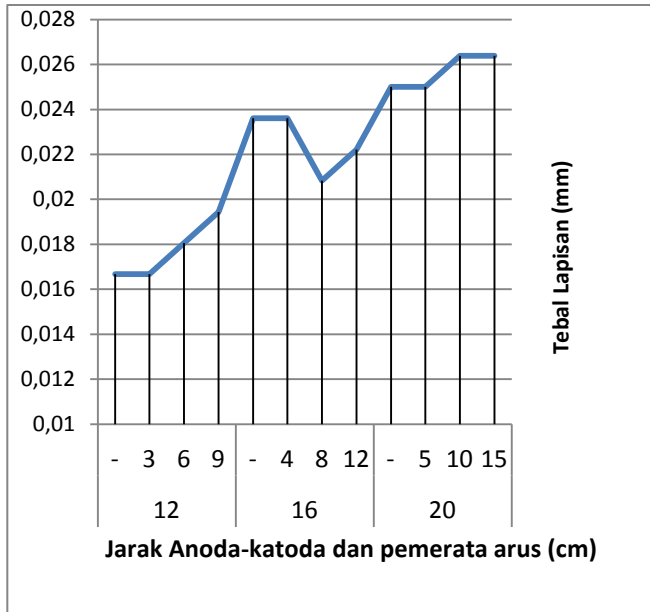
Berdasarkan tabel 1 dan gambar 2, dapat dilihat suatu fakta bahwa sebaran tingkat efisiensi katoda pada proses pelapisan tembaga pada baja karbon sedang AISI 1045 dengan elektrolit tembaga asam berada pada kisaran 65,54 – 92,57 %. Efisiensi katoda terkecil berada pada jarak anoda-katoda 12 cm dan posisi pemerata arus 6 cm dari anoda yaitu sebesar 65,54 %. Sedangkan nilai efisiensi katoda terbesar berada pada jarak anoda-katoda 20 cm dan posisi pemerata arus 15 cm dari anoda yaitu sebesar 92,57%.

Tabel 2. Tebal aktual lapisan

Jarak anoda-katoda (cm)	Posisi pemerata arus (cm)	Tebal Lapisan pada Percobaan ke-(mm)			Tebal Lapisan Rerata (mm)
		1	2	3	
12	-	0.01667	0.01667	0.01667	0.01667
	3	0.01667	0.01667	0.01667	0.01667
	6	0.02083	0.01667	0.01667	0.01806
	9	0.01667	0.02083	0.02083	0.01944
16	-	0.02917	0.02083	0.02083	0.02361
	4	0.02917	0.02500	0.01667	0.02361
	8	0.02917	0.01667	0.01667	0.02084
	12	0.02500	0.02083	0.02083	0.02222
20	-	0.02917	0.02083	0.02500	0.02500
	5	0.02917	0.02083	0.02500	0.02500
	10	0.02917	0.02917	0.02083	0.02639

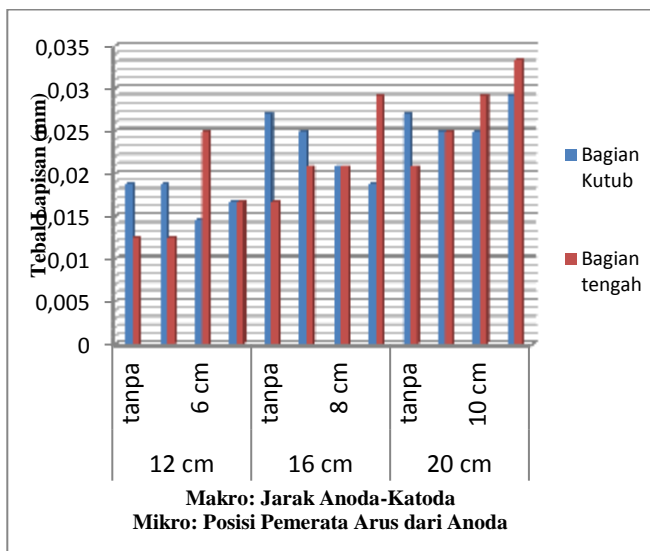
	15	0.02917	0.02083	0.02917	0.02639
--	----	---------	---------	---------	---------

Untuk Selanjutnya diperjelas dengan grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Tebal aktual lapisan

Pengaruh penggunaan pemerata arus terhadap ketebalan lapisan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tebal Aktual Lapisan

Dari gambar 4, dapat dilihat adanya perbedaan tebal lapisan dengan variabel jarak anoda-katoda dan posisi pemerata arus yang berbeda. Peningkatan jarak anoda-katoda akan menaikkan ketebalan lapisan
2. jarak anoda-katoda 20 cm yaitu sebesar 0,02639 mm.

tembaga, hal ini disebabkan oleh kemungkinan adanya perbedaan aliran partikel tembaga di masing-masing perbedaan jarak. Pada jarak anoda-katoda kecil kemungkinan alirannya adalah acak sehingga partikel tembaga yang menempel pada katoda sedikit yang menyebabkan tebal lapisan tipis, sedangkan pada jarak anoda-katoda yang semakin besar aliran partikel tembaga mengumpul pada katoda sehingga tebal lapisan yang menempel pada katoda lebih besar.

Peran pemerata arus juga terlihat dimana pada jarak anoda-katoda yang sama kemudian dilakukan variasi posisi pemerata arus dapat diketahui hasilnya bahwa ketika tanpa pemerata arus, tebal lapisan akan cenderung menebal di daerah kutub-kutub katodanya. Sedangkan dengan penggunaan pemerata arus tebal lapisan cenderung lebih tebal di bagian tengah katoda. Semakin jauh jarak pemerata arus dari anoda atau dengan kata lain semakin dekat dengan katoda, maka ketebalan lapisan akan semakin merata, hal ini disebabkan karena tingkat penyebaran partikel tembaga dapat diseragamkan dengan posisi pemerata arus yang semakin dekat dengan katoda. Sebagai contoh pada jarak anoda katoda 12 cm, tanpa adanya pemerata arus, besarnya tebal lapisan di daerah kutub lebih besar daripada di bagian tengah katoda, dibagian kutub sebesar 0,01875 mm sedangkan di bagian tengah sebesar 0,0125 mm. Setelah diberi pemerata arus tebal lapisan akan cenderung lebih tebal dibagian tengah katoda dibandingkan dengan daerah kutub. Semakin jauh jarak pemerata arus dari anoda atau dengan kata lain semakin dekat jarak pemerata arus dari katoda maka tebal lapisan akan terlihat jelas lebih tebal dibagian tengah katoda dibanding dengan dibagian kutub katoda.

Tebal lapisan terkecil berada pada jarak anoda-katoda 12 cm dan posisi pemerata arus 3cm dari anoda yaitu sebesar 0,01667 mm. Sedangkan tebal lapisan terbesar berada pada jarak anoda-katoda 20 cm dan posisi pemerata arus 15 cm dari anoda yaitu sebesar 0,02639 mm.

PENUTUP

Simpulan

Dari data-data yang diperoleh dan pembahasan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Peningkatan jarak anoda-katoda juga akan menaikkan ketebalan lapisan tembaga yang dihasilkan. Tebal lapisan terkecil ada pada jarak anoda-katoda 12 cm yaitu sebesar 0,01667 mm. Sedangkan tebal lapisan yang terbesar berada pada
2. jarak anoda-katoda 20 cm yaitu sebesar 0,02639 mm.
3. Sebaran tingkat efisiensi katoda pada proses pelapisan tembaga pada baja karbon sedang AISI

1045 dengan elektrolit tembaga asam berada pada kisaran 65,54 – 92,57 %.

4. Pemerata arus berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, dengan menggunakan pemerata arus tebal lapisan cenderung merata, sedangkan bila tidak menggunakan pemerata arus, tebal lapisan cenderung lebih tebal di bagian ujung atau kutub katoda.

DAFTAR PUSTAKA

Grainger, Stan . 1989 . *Engineering Coatings* . Abington Publishing . Cambridge, England

Purwanto dan S. Huda. 2005. *Teknologi Industri elektroplating*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang

Van Vlack, Lawrence. 1994. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Erlangga. Jakarta

Wahyudi, S. 2006. *Seri Pelapisan Logam: Buku Saku Elektroplating*. Technic. Cimahi, Jawa Barat