

PELAPISAN LISTRIK KHROM PADA PRODUK KUNINGAN INDUSTRI RUMAH TANGGA DI SUMATERA BARAT DENGAN SUMBER ENERGI BATEREI 60 A/12 V

Oleh :

Asfarizal Saad ^{1,a} dan Nurzal ^{2,b}

^{1 - 2} Dosen Teknik Mesin Institut Teknologi Padang

Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo Padang

^a e-mail: asfarizalsaad@yahoo.com

^b e-mail: nurzal@gmail.com

Abstract

In West Sumatra, the creation of domestic industrial metal copper, steel, chromium-coated products do not coated by chrome yet, so it is less interested in the community. Electroplating chrome with a simplified method is expected to increase the added value. Electroplating of copper (Cu) and nickel (Ni) to the steel plate is needed before chromium (Cr) coating. It aims to improve the adhesive of steel plate and to brighten the coating. A solution system used is copper sulfate (CuSO₄), $i = 6.68 \text{ A / dm}^2$ and $t = 2 \text{ min}$, nickel sulfate (NiSO₄), $i = 3.5 \text{ A / dm}^2$ and $t = 2 \text{ minutes}$ and chromium acid (HCrO₃), $i = 5.1 \text{ A / dm}^2$ and $t = 20 \text{ min}$. The energy source is a 12 volt 60 Ampere battery. The result shows that: a) the average layer thickness is; Cu 8.54 μm , Ni: 6.65 μm , and Cr: 3.23 μm . b) the adhesive of both layers are good, since there's no cracks when bending 90° and 180° C) coating to some products which are made of brass with chrome anode showed a white color and shiny chrome.

Keywords: electroplating, energy, thick, adhesive, glossy

PENDAHULUAN

Produk logam hasil kerajinan rumah tangga dan industri kecil disekitar daerah Bukit Tinggi dalam pengolahannya belum dilakukan pengerjaan akhir permukaan, berbagai produk logam telah dihasilkan seperti souvenir logam, dekorasi logam, perabotan rumah tangga dari logam umumnya dari baja dan kuningan, namun nilai tambah yang diperoleh masih rendah dan sulit bersaing. Survei kami kebeberapa desa di Bukit Tinggi tahun 2009 menunjukkan bahwa sebagian besar pelaku produk logam tersebut belum memahami dan menguasai proses pengerjaan akhir pada permukaan yang mampu meningkatkan nilai tambah dan nilai estetika. Pengerjaan akhir permukaan berperan penting untuk meningkatkan nilai tambah dan mencegah korosi, pilihan pengerjaan akhir yang baik dan populer sekarang ini adalah pelapisan yaitu pelapisan *krom*, hal ini disebabkan karena

bahan pelapis tersebut tahan aus dan korosi serta memberikan nilai estetika yang tinggi. Melapis baja dengan logam non ferro (Cr) menjadi alternatif yang penting, karena tahan aus dan korosi, serta warna yang khas. Untuk itu perlu dikembangkan pelapisan Cr pada berbagai produk industri rumah tangga di Sumatera Barat. Uji mutu yang dilakukan mencakup adhesivitas, ketebalan lapisan, dan pemeriksaan kecemerlangan lapisan. Suhu pelapisan berkisar 40-50°C, preparasi logam dasar dilakukan dengan mengikuti prosedur ASTM B 281-58 dan penelitian ini terbatas pada hasil pelapisan dan tidak diadakan perlakuan lanjut. Penelitian ini bersifat eksprimen, digunakan sistem larutan tembaga, nikel dan khrom sederhana dengan sumber energi baterai 60A/12V.

TINJAUAN PUSTAKA

Teori

Komposisi larutan;

Pelapisan khrom pada permukaan baja sebaiknya dilakukan tiga tahap pelapisan yakni: tembaga, nikel dan khrom. Komposisi system larutan untuk ketiga jenis pelapisan seperti tabel 1, kemudian system larutan ini diuji untuk memperoleh proses pelapisan terbaiknya.

Kinetika dan rapat arus:

Penentuan interval rapat arus dalam larutan dengan komposisi tertentu dan sekaligus mengamati *covering power* dari larutan digunakan metoda Hull-cell dengan ukuran standar. Lapisan terbaik dari metoda ini menunjukkan kisaran rapat arus yang akan digunakan untuk percobaan selanjutnya.

Tabel 1. Komposisi larutan untuk pelapisan khrom:

Komposisi larutan pelapisan tembaga	Copper Sulphate (CuSO ₄) Sulphuric Acid (H ₂ SO ₄) Chloride Acid (HCl) Brightener Rapat Arus (i) Volt Temperatur	225 g/ltr 50 g/ltr 50 ppm 8 ml/L 1-10 A/dm ² 2-3 Volt 60-70 °C
Komposisi Larutan pelapisan Ni	Nikel Sulphate (NiSO ₄) Nikel Chloride (NiCl ₂) Boric Acid (HBO ₃) pH Sulphuric Acid (H ₂ SO ₄) Brightener Rapat Arus (i) Temperatur	75 gr/ltr 125 gr/ltr 50 gr/ltr 4 - 4,2 1,9 ml/100 ltr 10-17,5 ml/ltr 1,5-5 A/dm ² 40-50 °C
Komposisi Larutan pelapisan Cr	Chromic acid (CrO ₃) Sulphuric acid (H ₂ SO ₄) Sulphate (Katalis) Hycrome salt Rapat Arus (i) Temperatur	250 g/ltr 15 g/ltr 2,5 g/ltr 0,05 g/ltr 10-50 A/dm ² 45-60 °C

a. Kinetika

Untuk kondisi ideal jumlah lapisan yang mengendap di permukaan dapat ditentukan dengan menerapkan hukum Faraday [6] yaitu:

$$w = \frac{I.t.Ar}{n.F} \quad (1)$$

dimana w merupakan berat endapan ideal (gr). Penyimpangan berat endapan hasil pengukuran terhadap berat endapan ideal menunjukkan

adanya reaksi parasit. I merupakan kuat arus yang dibutuhkan (amper), t adalah waktu pelapisan (detik), Ar adalah luas permukaan substrat yang dilapis (cm²).

b. Menentukan interval rapat arus.

Suatu cara untuk menentukan interval rapat arus efektif adalah dengan metoda mengukur jarak anoda - katoda yang bervariasi. Metoda ini ditemukan oleh Hull pada tahun 1937 [10]. Hubungan distribusi rapat arus ($i = A/dm^2$) terhadap jarak di daerah tertentu pada katoda menurut Hull adalah.

$$i = I (5,1 - 5,24 \log x) A/dm^2 \quad (2)$$

dimana x = Jarak terbaik anoda dan katoda cm, dan I = Arus total Amper. Persamaan 2. menunjukkan harga rapat arus di katoda pada jarak x tertentu yang diukur dari ujung katoda terdekat ke anoda, berlaku untuk jarak x = 0,5-9 cm dan arus total konstan. Dengan mengamati kualitas lapisan pada katoda dapat ditentukan interval rapat arus efektifnya. Tebal lapisan (δ) rata-rata pada katoda di setiap jarak x tertentu dihitung dengan menggabungkan persamaan 2. ke 1. yaitu:

$$\delta = \frac{w}{A.\rho} = \frac{Ar.i.t}{n.F.\rho} \quad (3)$$

$$\text{diasumsikan: } \frac{Ar.t}{n.F.\rho} = \text{konstan (C)}$$

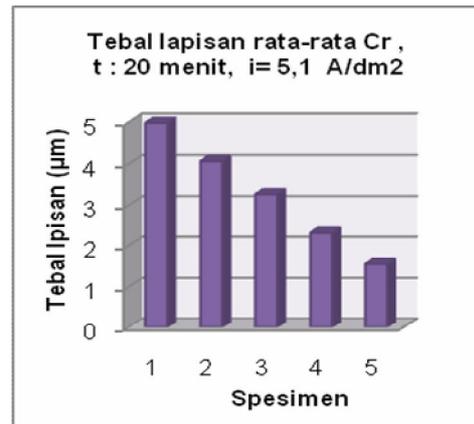
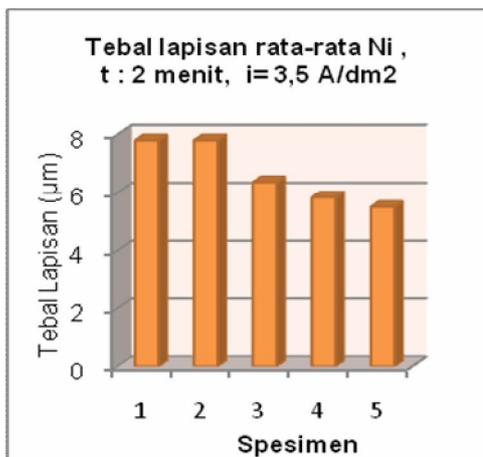
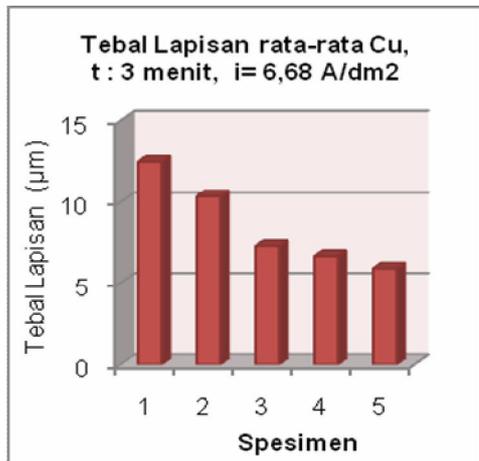
Penggabungan persamaan 2 dan 3, akan diperoleh hubungan tebal lapisan rata-rata di daerah tertentu pada katoda silang dengan arus total konstan.

$$\delta = C. I (5,1 - 5,24 \log x) \quad (4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji kemampuan sistem larutan yang menunjukkan kondisi terbaik masing-masing larutan ditunjukkan pada gambar 1. Menggunakan sistem larutan tembaga sulfat, waktu pelapisan 3 menit menunjukkan bahwa tebal lapisan Cu rata-rata tiap lapisan berbeda, tebal lapisan tertinggi diperoleh pada spesimen 1 dan terendah pada spesimen 5. Pada grafik

menunjukkan terjadinya penurunan tebal lapisan Cu rata-rata dari spesimen 1-5, hal ini disebabkan oleh throwing power larutan yang menurun setelah dilakukan pelapisan pada spesimen 1 dan 2. Untuk mengatasi hal ini dapat ditambahkan sulphuric acid 5-10 gr/liter.



Gambar 1 : Grafik hasil uji sistem larutan pelapis untuk pelapisan tembaga (Cu), nikel (Ni) dan khrom (Cr)

Tebal lapisan terendah 5,9 µm dengan waktu pelapisan 3 menit, tebal lapisan ini telah cukup untuk dasar lapisan dan dapat dilanjutkan lapisan berikutnya yaitu lapisan Ni, beberapa literature mengindikasikan bahwa tebal lapisan Cu 1-2 µm telah cukup sebagai lapisan dasar untuk pelapisan Cr (The Canning Handbook).

Potensial standar tembaga (E°_{Cu}) : +0,337 volt SHE, (E°_{Ni}): -0,250 volt SHE dan (E°_{Cr}): -0,744 volt SHE. Tembaga yang terdeposisi dengan reaksi reduksinya (mengendap) pada plat baja akan menghasilkan permukaan yang nobel dari nikel sehingga menghasilkan perbedaan potensial yang cukup untuk memudahkan Nikel terdeposisi (mengendap) dipermukaan tembaga. Reaksi pengendapan tembaga pada permukaan plat baja adalah sebagai berikut:



Reaksi pengendapan nikel pada permukaan spesimen adalah sebagai berikut:



Spesimen yang telah dilapis tembaga dilanjutkan ke pelapisan nikel, dari percobaan diperoleh bahwa hasil pelapisan nikel akan lebih baik setelah dilapis tembaga. Menggunakan sistem larutan Nikel sulphate (gambar 1), waktu pelapisan 3 menit menunjukkan bahwa tebal lapisan Ni rata-rata

tiap lapisan berbeda, tebal lapisan tertinggi diperoleh pada spesimen 1 dan terendah pada spesimen 5. Pada grafik menunjukkan terjadinya penurunan tebal lapisan Cu rata-rata dari spesimen 1 ke 5, hal ini disebabkan oleh throwing power larutan yang menurun setelah dilakukan pelapisan pada spesimen 1 dan 2. Untuk mengatasi hal ini dapat ditambahkan nikel sulphate 10-25 gr/liter. Tebal lapisan terendah 5,5 μm dengan waktu pelapisan 3 menit, tebal lapisan ini telah cukup untuk dasar lapisan dan dapat dilanjutkan lapisan berikutnya yaitu lapisan Cr, penambahan brightener perlu untuk waktu tertentu untuk memberikan kilap logam yang dekoratif.

Grafik pelapisan menunjukkan bahwa tebal lapisan khrom rata-rata 3,23 μm dengan waktu pelapisan (t): 20 menit dan rapat arus (i): 5,1 A/dm². Tebal lapisan ini cenderung turun drastis, hal ini disebabkan berkurangnya throwing power larutan dan turunnya arus input dari baterai. Penambahan sulfat atau nisol 2,5 gr/ltr dapat memperbaiki throwing power. Reaksi pengendapan krom pada permukaan spesimen:



Laju endapan krom rata-rata pada spesimen adalah : 0,646 $\mu\text{m}/4$ menit atau 0,162 $\mu\text{m}/\text{menit}$. Hal ini memenuhi standar pelapisan krom. The Canning Handbook halaman 479 [8] menunjukkan bahwa laju endapan krom dengan $i = 12 \text{ amp}/\text{dm}^2$ adalah 0,125 $\mu\text{m}/\text{menit}$. Energi dari baterai yang digunakan untuk pelapisan krom sesungguhnya lebih baik dibandingkan rectifier, namun memiliki kelemahan yakni jika energinya habis, harus segera diisi lagi.

Hal ini menunjukkan bahwa pelapisan krom yang dilakukan dengan arus DC murni akan memberikan hasil yang baik. Lapisan tembaga, nikel dan krom menunjukkan bahwa sistem larutan menghasilkan tebal lapisan yang memenuhi standar ASM vol.5.



Gambar 2. Foto makrostruktur uji adhesivitas lapisan krom.

Uji adhesivitas dilakukan dengan metoda tiga titik (triple point), pelengkungan spesimen sampai 180°, setelah pelengkungan permukaan luar spesimen diamati secara makrostruktur dengan mikroskop optik. Hasilnya seperti gambar 2 yang menunjukkan bahwa tidak terjadi retak pada permukaan, ini membuktikan bahwa adhesivitas lapisan baik. Aplikasi sistem larutan untuk melapis sejumlah produk dengan lapisan khrom dengan sumber energy dari baterai 60 Amper/12 volt ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

Pelapisan pada produk logam dari hasil industry rumah tangga memiliki keaneka ragaman bentuk dan profil permukaan, hal ini mempengaruhi jarak anoda dan katoda yang beragam pada satu jenis produk,

Tabel 2. Aplikasi pelapisan khrom terhadap produk industry rumah tangga

NO	NAMA PRODUK	SEBELUM DILAPIS	SESUDAH DILAPIS KHROM
1	GANTUNGAN KUNCI		
2	KRAN TAMAN		
3	TALEMPONG KECIL		
4	KRAN AIR		
5	GANTO		
6	Impeller pompa air		

idealnya profil anoda harus sama dengan profil katoda (produk logam) agar jaraknya seragam disemua permukaan, hal ini sulit dilakukan karena harus merubah profil anoda melalui proses peleburan dan pencetakan. Tentu pada giliran berikutnya akan berpengaruh terhadap rapat arus yang terpakai. Jika kuat arus input kurang dari yang seharusnya, maka lapisan tidak memiliki adhesivitas yang kuat dan cenderung mudah lepas. Upaya yang dilakukan untuk menghasilkan lapisan tetap baik pada permukaan adalah dengan menambahkan arus input 1,5 – 2 kali dari arus standar pelapisan.

Kontrol rapat arus selama proses pelapisan penting dilakukan, hal ini dilakukan sebagai upaya menghindari turunnya arus secara tiba-tiba. Rata-rata luas permukaan produk yang dilapis 1 dm², dengan waktu pelapisan untuk nikel 2 menit dan khrom 20 menit. Kebersihan permukaan yang dilapis berperan penting terhadap kesuksesan pelapisan, permukaan yang masih memiliki noda akan menyebabkan lapisan tidak menempel pada permukaan dengan baik dan mudah lepas. Kontrol pH selama proses berlangsung penting diperhatikan untuk memudahkan kita mengendalikannya jika rapat arus turun secara

tiba-tiba. Jika terjadi penurunan pH sampai 2, penambahan NaOH 10 gr/liter mampu menaikkan pH larutan jadi 4-5. Hasil pelapisan khrom terhadap produk industri rumah tangga menunjukkan hasil yang baik yaitu: lapisan cemerlang, tidak kusam dan tebal lapisan khrom 2-5 μm .

KESIMPULAN

Dari data hasil percobaan dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

- a) Throwing Power larutan cenderung berkurang setelah pelapisan kedua.
- b) Tebal lapisan rata-rata Cu: 8,54 μm , Ni: 6,65 μm , dan Cr: 3,23 μm .
- c) Adesivitas lapisan baik yang ditandai tidak terjadi retak sewaktu pembengkokan 90° dan 80°.
- d) Inovasi pelapisan khrom terhadap 6 produk industri rumah tangga menunjukkan rata-rata lapisan yang cemerlang dengan tebal 2-5 μm
- e) Waktu pelapisan keseluruhan masing-masing produk 22 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asfarizal dan Yusnadi, 2011, Pengaruh waktu pelapisan listrik terhadap kualitas lapisan khrom pada baja karbon rendah, *Jurnal Momentum* vol. 11, No. 2 , hal 5-13, ITP
- [2] Annual Book of ASTM standards, 1991, *metals Test Methods and Analytical Procedures*, volume 03.01.
- [3] Duffy. J.I., *Electroplating Technology*, Noyes Data Corporation, New Jersey, U.S.A, 1981.
- [4] Frederick A.Lowenheim, 1976, *Modern Electroplating*, edisi ke tiga, Jhon Wiley and Sons.Inc.
- [5] Jones Denny A, 1992, *Principles and Prevention of Corrosion*, Macmillan Publishing Company, New York.
- [6] N.V.Parthasaradhy., *Practical Electroplating Handbook*, Prentice-Hall.Inc, 1989.
- [7] Pourbaix Marcel, 1974, *Atlas of Electrochemical Equilibria*, NACE, Houston USA.
- [8] The Canning Handbook., *Surface Finishing Technology*, E&F.N.Spon Ltd, New York, 1982.
- [9] Van Delinder. L.S, *Corrosion Basics*, National Association of Corrosion Engineers (NACE), 1984, Houston, Texas.
- [10] Walter Nohse., *Hull-Cell*, Robert Draper Ltd, Teddington, 1966.