

PENGARUH HIPOFOSFIT TERHADAP ELEKTROPLATING KROM(III)

Yeni Stiadi, Rahmayeni dan Emriadi
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas

Intisari

Dalam penelitian ini kondisi optimum pelapisan krom(III) terhadap baja dengan cara electroplating didapatkan pada voltase 4,5 volt, waktu plating 60 menit dengan pengadukanlarutan dan larutan plating dengan komposisi H_3BO_3 0,15 M; $HCOOH$ 0,1 M; $CrCl_3$ 0,1 M; KCl 0,35 M dan NaH_2PO_2 0,04 M. Adanya hipofosfit dalam larutan plating akan meningkatkan jumlah deposit krom(III) pada permukaan baja. Penambahan konsentrasi hipofosfit dalam larutan akan menaikkan kekerasan dan penampilan hasil electroplating krom.

Abstract

In this conducted, the optimum condition of electroplating chrom(III) to steel is the voltage 4.5 volt, plating time 60 minutes with steering of solution. And then the optimum composition of plating solution is H_3BO_3 0.15 M; $HCOOH$ 0.1 M; $CrCl_3$ 0.1 M; KCl 0.35 M and NaH_2PO_2 0.04 M. Hipophospite compound increased the deposit of chrom(III) and to improved the hardness and performance of steel.

PENDAHULUAN

Dilihat dari kegunaan logam khrom sebagai salah satu bahan pelapis menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, seperti dalam proses industri diaplikasikan pada peralatan industri misalnya komponen mesin tenun, mesin pabrik kertas dan lain sebagainya.¹⁾

Hal tersebut didasarkan atas kenyataan bahan khrom memiliki sifat-sifat khusus seperti derajat kekuatan yang tinggi maupun sifat-sifatnya tahan terhadap korosi, kekerasan yang tinggi, tahan gores dan gesekan serta dapat menghasilkan permukaan yang cemerlang, sehingga dapat memperindah bentuk benda yang dilapisi.²⁾

Sejauh ini teori tentang masalah teknik pelapisan khrom keras terus dikembangkan khususnya perihal katalis. Akan tetapi juga terdapat berbagai hal lain yang masih menjadi masalah dalam proses pelapisan krom keras itu sendiri. Beberapa parameter sangat mempengaruhi hasil pelapisan tersebut dan inilah yang menjadi latar belakang dilakukan penelitian.^{1,3)}

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimum dari plating atau pelapisan krom(III) sehingga diperoleh hasil pelapisan yang baik dengan meneliti berbagai pengaruh beberapa kondisi operasi seperti waktu plating, voltase yang digunakan untuk operasi plating dan penentuan pengaruh

konsentrasi zat-zat penyusun larutan plating. Lebih jauh penelitian ini akan bermanfaat untuk memberikan kekerasan, daya tahan terhadap korosi tahan gesekan dan tahan panas pada substrat baja. Di samping itu akan bermanfaat untuk memperindah permukaan dari bahan baja yang dielektroplating.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah CrCl_3 , H_3BO_3 , HCOOH , $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 , plat baja dan substrat baja.

Bahan kimia

Stopwatch, oven, neraca analitik, termometer, DC Power supply, Rockwell hardness tester, mikroskop optik tipe Optihot 100 S dan alat-alat gelas yang relevan.

Metodologi

Persiapan substrat yang akan dilapisi

Plat baja yang akan dilapisi dipotong-potong dengan ukuran 6 cm x 12 cm dengan ketebalan 5 mm. Untuk proses penghilangan karat, plat baja tersebut diampelas dengan kertas ampelas halus dan dicelupkan dalam larutan HNO_3 2 M selama 1 menit.

Persiapan larutan plating

Untuk pembuatan larutan plating, dipersiapkan dengan cara mencampurkan bahan-bahan di atas dari masing-masing larutan induknya dan diencerkan dengan aquadest sampai volume 50 mL. Adapun konsentrasi larutan induknya untuk CrCl_3 adalah 100 g/L, untuk H_3BO_3 10 g/L, HCOOH 40 g/L dan NaH_2PO_2 15 g/L.

Kondisi operasi untuk proses plating

1. Pengaruh voltase terhadap laju plating
Pengujian dilakukan pada voltase 4 sampai dengan 10 volt menggunakan berbagai komposisi larutan CrCl_3 , H_3BO_3 , HCOOH dan hipofosfit
2. Pengaruh waktu plating terhadap pertambahan deposit.
Pengujian dikerjakan dalam rentang waktu 10 sampai dengan 70 menit dengan menggunakan berbagai komposisi larutan plating .
3. Pengaruh konsentrasi CrCl_3
Perlakuan konsentrasi CrCl_3 adalah 50 sampai 150 g/L dengan menggunakan berbagai komposisi larutan H_3BO_3 , HCOOH dan hipofosfit dengan voltase dan waktu plating tertentu.
4. Pengaruh konsentrasi hipofosfit
Perlakuan konsentrasi hipofosfit 5 sampai 25 g/L dengan menggunakan menggunakan berbagai komposisi larutan CrCl_3 , H_3BO_3 , HCOOH dengan voltase dan waktu plating tertentu.

5. Pengaruh konsentrasi HCOOH
Perlakuan konsentrasi HCOOH dari 0 sampai 10 g/L dengan menggunakan komposisi larutan CrCl_3 , H_3BO_3 dan hipofosfit dengan voltase dan waktu plating tertentu.

Pengerjaan plating

1. Ditimbang benda kerja (substrat baja) sebagai berat awal
2. Kemudian benda kerja tersebut dihubungkan dengan alat elektrolisis yang telah dilengkapi dengan catu daya atau arus DC dengan benda kerja sebagai katoda dan plat Pb sebagai anoda.
3. Selanjutnya kedua plat tersebut dicelupkan kedalam beaker gelas yang telah berisi larutan plating untuk proses pelapisan Kromium keras sesuai dengan kondisi operasi yang telah ditentukan .
4. Setelah selesai proses pelapisan benda kerja dihilas dengan aquadest dan keringkan lalu ditimbang kembali.
5. Hasil plating yang didapat ini kemudian diuji mutunya dengan melakukan uji kekerasan dengan menggunakan alat hardness tester dan melihat permukaan yang dihasilkan dengan menggunakan mikroskop optik.

Pengujian kekerasan hasil elektroplating

1. Dipasang landasan benda uji pada kedudukannya.
2. Digerakkan hand wheel pada posisi 1.
3. Dipasang penetrator intan dengan sudut puncak 136° pada kedudukannya, kencangkan mur benam dengan menggunakan kunci L.
4. Dipilih beban yang diinginkan dari beban yang telah tersedia yaitu 1, 3, 5, dan 10, 30, 50 Kg. jika menggunakan beban 1, 3, atau 5 Kg harus diberi bandul tambahan, tapi jika beban 10, 30, atau 50 kg tanpa tambahan bandul.
5. Dipasang lensa pembesar yang dikehendaki dengan membuka tutup bagian atas terlebih dahulu
6. Diletakan benda uji pada landasan dan kencangkan sedikit dengan memutar hand wheel.
7. Digerakkan tuas dari posisi 1 ke posisi 2 dan selanjutnya ke posisi 3 secara perlahan-lahan, kemudian tuas digerakkan lagi ke posisi 4 tunggu beberapa detik sehingga jarum menunjukkan diam
8. Digerakkan tuas kembali ke posisi 1 dan nyalakan lampu.
9. Dipasang mistar yang sesuai dengan lensa, ukur kedua diagonal bekas penekanan pada kaca pembesar, kemudian diambil harga rata-ratanya.
10. Dihitung kekerasan benda uji.

HASIL DAN DISKUSI

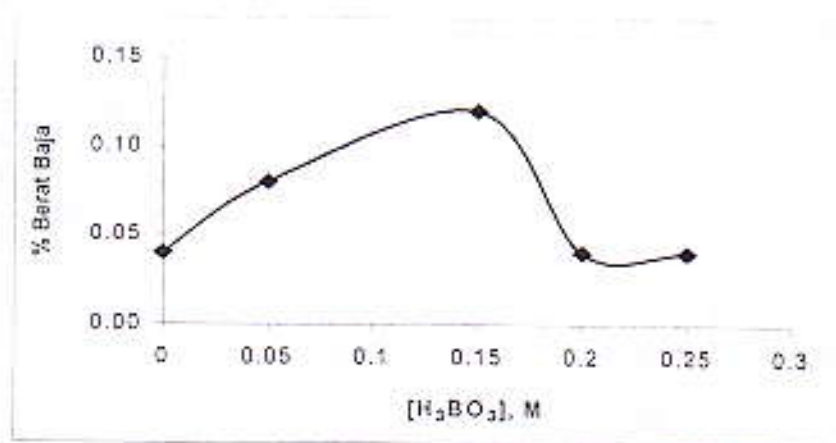
Prosentase pertambahan berat baja yang dilapisi dengan metoda elektroplating ternyata sangat dipengaruhi oleh voltase dan waktu plating serta pengadukan larutan plating. Larutan plating dibuat sedemikian rupa sehingga tidak memberikan pengaruh lain selain ketiga parameter tersebut.

Voltase yang rendah sampai 4,5 volt memberikan pertambahan berat baja yang maksimal. Peningkatan voltase selanjutnya tidak menambah berat baja. Larutan plating yang dipakai mengandung CrCl_3 sebesar 0,1 M sehingga konduktivitasnya tidak terlalu besar, dan kondisi ini menguntungkan. Berat maksimum pada voltase 4,5 volt memberikan indikasi telah cukup tersedia elektron yang diperlukan untuk mereduksi ion krom dalam larutan plating.

Lamanya waktu plating menentukan terhadap ketebalan dan hasil pelapisan baja yang diperoleh. Waktu plating sampai 60 menit memberikan pertambahan berat deposit yang semakin besar. Untuk waktu plating yang lebih lama prosentase berat ternyata semakin menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kenaikan temperatur larutan karena pertambahan waktu plating. Secara teoritis kenaikan temperatur bak plating sebesar 2°C dapat mengakibatkan berkurangnya tebal lapisan yang terbentuk.⁴⁾

Dengan adanya pengadukan larutan plating memberikan perubahan berat deposit. Pengadukan akan meningkatkan jumlah deposit dan dihasilkan deposit yang merata ketebalannya dipermukaan baja. Pengadukan akan tetap menghasilkan larutan yang homogen sehingga krom akan merata di setiap bagian larutan. Hal ini akan mencegah minimnya larutan krom di sekitar katoda atau plat baja.

Asam borak dalam larutan berfungsi sebagai larutan elektrolit dan sekaligus katalis reaksi elektroplating. Pengaruh H_3BO_3 terhadap prosentasi pertambahan berat baja diperlihatkan pada Gambar 1.

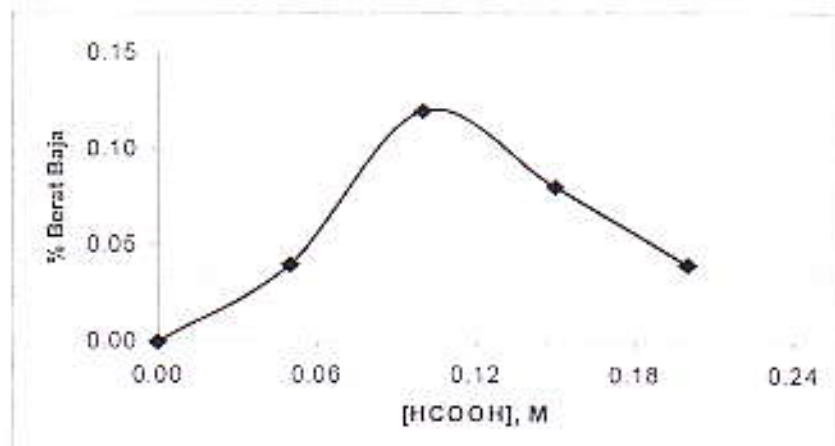


Gambar 1. Pengaruh konsentrasi H_3BO_3 terhadap prosentasi pertambahan berat baja

Pada konsentrasi H_3BO_3 0,15 M ternyata menghasilkan prosentasi berat yang terbesar. Larutan plating yang mengandung H_3BO_3 lebih kecil dari 0,15 M memberikan deposit yang rendah, karena daya hantar listrik larutan plating juga rendah. Sedangkan pada konsentrasi H_3BO_3 yang lebih besar dari 0,15 M deposit yang dihasilkan sedikit. Jika jumlah H_3BO_3 banyak, maka di sekitar katoda akan terdapat ion H^+ yang berasal dari air dan asam borak dalam jumlah yang besar sehingga tidak semua ion itu dapat dinetralkan oleh muatan katoda untuk

menghasilkan gas H_2 . Dengan demikian proses deposisi krom pada katoda menjadi terhambat yang mengakibatkan prosentasi berat deposit turun.⁵⁾

Penambahan asam format ke dalam larutan plating digunakan untuk mempengaruhi kekerasan lapisan yang terbentuk pada permukaan baja. Asam format bersifat sebagai reduktor kuat dan akan mengalami proses oksidasi di dalam bak plating. Pengaruh asam format terhadap prosentase penambahan berat baja ditampilkan dalam Gambar 2.



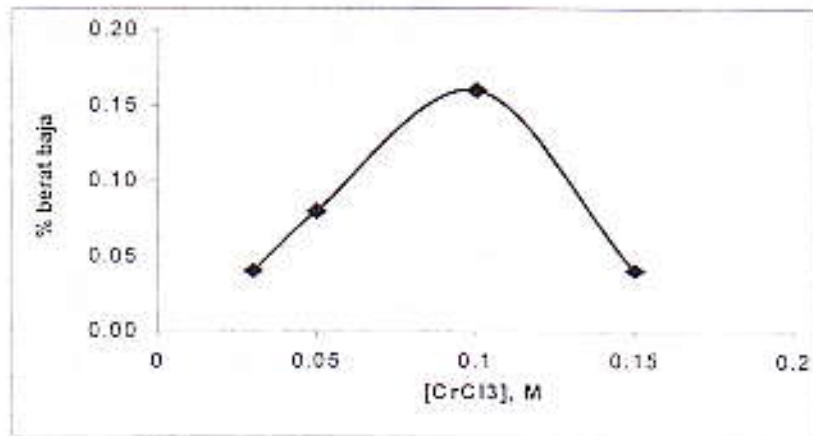
Gambar 2. Pengaruh konsentrasi asam format terhadap prosentase penambahan berat baja

Dari Gambar 2. terlihat prosentasi berat deposit meningkat dengan bertambahnya konsentrasi $HCOOH$ sampai 0,1 M dan pada konsentrasi yang lebih tinggi ternyata deposit berkurang. Asam format sebagai reduktor kuat pada konsentrasi 0,1 M berfungsi optimal mereduksi asam kromat larutan menjadi krom sehingga deposit meningkat. Akan tetapi pada konsentrasi yang lebih tinggi jumlahnya menjadi terlalu besar untuk dapat teroksidasi dalam larutan sehingga kemampuannya untuk mereduksi asam kromat menjadi berkurang.

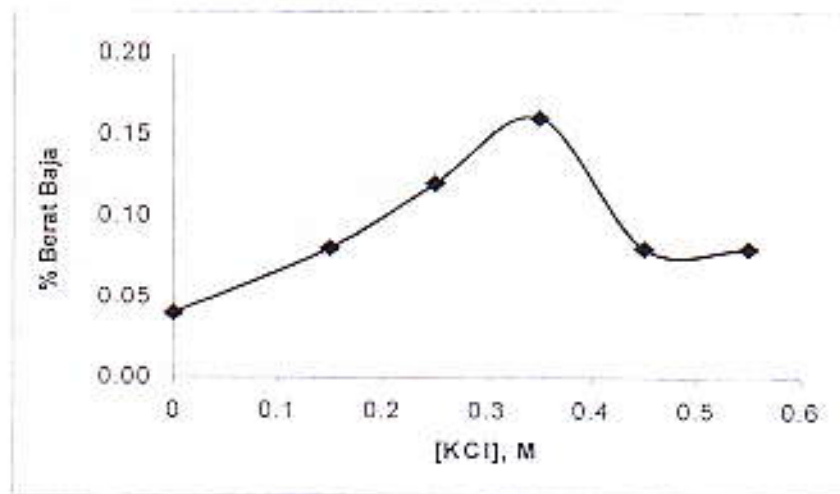
Konsentrasi $CrCl_3$ dalam larutan sebesar 0,1 M menunjukkan kondisi optimal terhadap penambahan prosentasi berat deposit. Pada konsentrasi yang lebih rendah dan lebih tinggi lapisan krom yang terbentuk sangat sedikit. Pengaruh konsentrasi $CrCl_3$ dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada konsentrasi 0,1 M perbandingan jumlah antara $CrCl_3$ dan katalis dalam keadaan setara. Sebaliknya pada konsentrasi yang lain perbandingan tersebut tidak seimbang sehingga deposit yang menempel pada katoda menjadi berkurang.

Garam KCl yang berada dalam larutan plating ternyata turun memberikan pengaruh terhadap jumlah deposit. Dalam Gambar 4. ditampilkan pengaruh KCl tersebut.



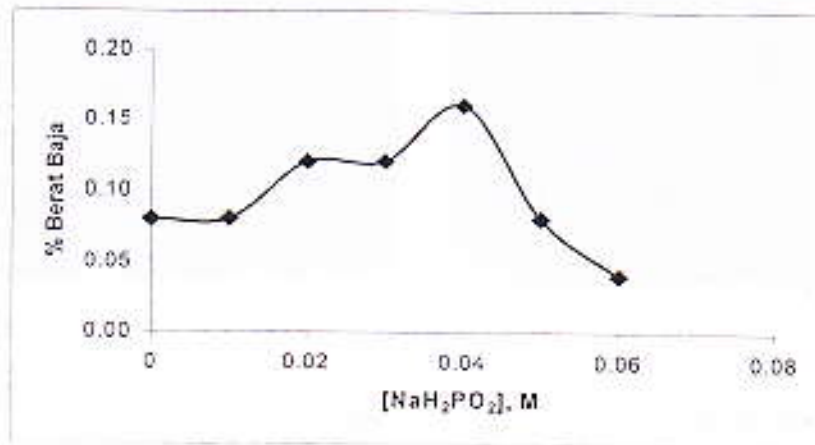
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi CrCl₃ terhadap prosentase pertambahan berat baja



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi KCl terhadap prosentase pertambahan berat Baja

Pertambahan prosentase berat deposit meningkat sampai konsentrasi KCl 0,35 M. Di atas konsentrasi tersebut pertambahan prosentase berat menjadi turun. Garam KCl dalam larutan plating merupakan aditif yang berfungsi sebagai penghalang pertumbuhan inti deposit lanjutan dan biasa aditif akan melekat atau terserap oleh permukaan. Dengan adanya aditif ini dapat menghasilkan deposit dengan butiran yang halus.

Natrium hipofosfit dapat berfungsi sebagai reduktor dalam proses elektroplating sebagaimana halnya yang terjadi pada proses nir-elektrik.⁶⁾ Pengaruh NaH_2PO_2 terhadap pertambahan prosentase berat deposit diperlihatkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi NaH_2PO_2 terhadap pertambahan prosentase berat baja

Peningkatan konsentrasi hipofosfit dalam larutan plating sampai 0,04 M menyebabkan prosentase pertambahan berat turut meningkat. Dengan semakin bertambahnya hipofosfit dalam larutan maka semakin besar pula jumlah elektron yang dibebaskan pada proses oksidasi. Akibat peningkatan jumlah elektron tersebut jumlah ion krom yang tereduksi dan menempel pada permukaan baja juga bertambah. Pada konsentrasi yang lebih tinggi hipofosfit tidak begitu mempengaruhi pertambahan prosentase berat. Pada kondisi tersebut jumlah elektron yang tersedia telah cukup untuk mereduksi ion krom yang ada sehingga deposit tidak akan meningkat lagi.

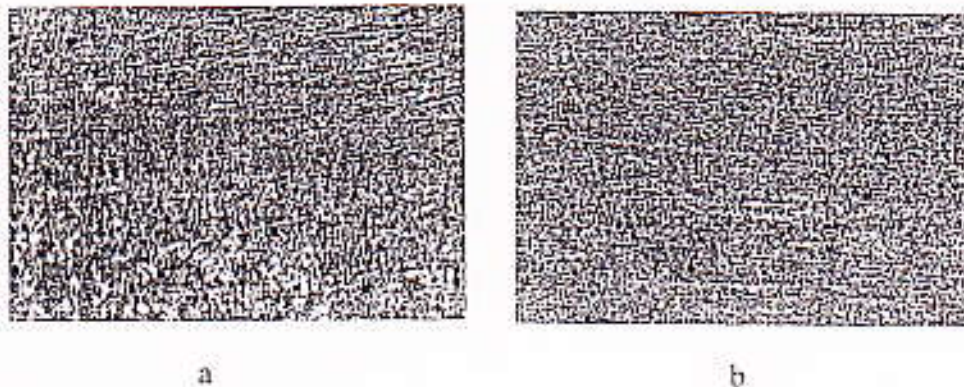
Kekerasan hasil elektroplating yang diuji dengan peralatan Rockwell hardness tester disajikan dalam Tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Pengaruh hipofosfit terhadap kekerasan substrat baja

No.	Perlakuan plat	Kekerasan, Rha
1.	Plat baja	12,80
2.	0,00 M hipofosfit	24,67
3.	0,01 M hipofosfit	29,63
4.	0,02 M hipofosfit	30,57
5.	0,04 M hipofosfit	31,40

Senyawa hipofosfit dalam larutan plating akan mempengaruhi kekerasan substrat baja. Kekerasan substrat sebelum proses elektroplating sebesar 12,80 RHa (Rockwell hardness a). Dengan penambahan hipofosfit, deposit semakin meningkat dan menjadi lebih kuat. Hal ini dapat mempertinggi kekerasan substrat yang diperlakukan. Pada penelitian ini kekerasan tertinggi didapatkan pada konsentrasi hipofosfit 0,04 M sebesar 31,40 RHa.

Foto permukaan plat baja hasil elektroplating ditampilkan dalam Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Foto permukaan baja yang telah diplating pada kondisi optimum,
a. tanpa hipofosfit b. dengan hipofosfit

Dari pengamatan terhadap foto permukaan baja didapatkan permukaan baja hasil plating dengan larutan yang mengandung hipofosfit lebih merata jika dibandingkan dengan yang tanpa mengandung hipofosfit. Dengan adanya hipofosfit krom lebih menyebar pada larutan plating dan terdeposisi merata pada permukaan baja.

KESIMPULAN

Dalam operasi elektroplating krom(III) pada substrat baja dengan voltase 4,5 volt, waktu plating 60 menit dan dengan pengdukan larutan plating memberikan prosentase pertambahan berat terbesar terhadap baja. Kondisi optimum larutan plating adalah pada komposisi H_3BO_3 0,15 M; $HCOOH$ 0,1 M; $CrCl_3$ 0,1 M; KCl 0,35 M dan NaH_2PO_2 0,04 M. Adanya hipofosfit dalam larutan plating akan meningkatkan jumlah deposit pada permukaan baja. Penambahan konsentrasi hipofosfit dalam larutan plating akan meningkatkan kekerasan dan penampilan hasil electroplating krom.

Daftar Pustaka

1. A. J. Hartomo, *Mengenal Pelapisan Logam*, Andi Offset Yogyakarta, 1992, 25-57.
2. A. H. Sanders, *Electroplating*, International Company, London, 1950, 2-39.
3. H. P. Rieger, *Electrochemistry*, 2nd edition, Chapman & Hall, London, 1995 397 - 400.
4. D. Pletcher and F.C Walsh, *Industrial Electrochemistry*, 2nd edition, Black IE, Academic and Professional, 1993, 370 - 371.
5. M.A Lowen, *Modern Electroplating*, 3th edition, John Wiley and Sons, New York, 1974, 237 - 245.
6. D. Barker, Elektroless Deposition of Metals, *Trans. Ins. Metal Finish*, 71, 1993.