

## ELEKTROPLATING *FLASH CHROME* PADA BAJA KARBON RENDAH

Agustinus Ngatin, Yunus Tonapa, Risma Regiyanti, Rizki Abi Karomi

Departemen Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung

E-mail: ngatin\_agustinus@yahoo.com

### Abstrak

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kadar karbon sekitar 0,1% karbon dan rentan terhadap korosi, sehingga penampilannya menjadi jelek, kotor serta berubah warna. Agar penampilannya tetap menarik dilakukan pelapisan, salah satunya dilakukan proses elektroplating krom. Elektroplating krom (Cr) berfungsi untuk meningkatkan kekerasan permukaan dan menghambat serangan korosi akibat lingkungan. Elektroplating *flash chrome* merupakan proses lapisan krom (Cr) dengan lapisan sangat tipis dan bertujuan untuk mengeraskan permukaan logam dasar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rapat arus dan waktu optimum elektroplating *flash chrome* baja karbon rendah pada suhu proses 60°C dalam larutan elektrolit asam kromat dan asam sulfat dengan perbandingan 100:1 dan dilakukan aerasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baja karbon telah mengalami pelapisan mempunyai perubahan warna, peningkatan berat, tebal serta kondisi terbaik dicapai pada rapat arus 35A/dm<sup>2</sup> selama 75 detik mencapai ketebalan 5,4 µm dengan efisiensi 2,67% serta memiliki ketahanan korosi yang baik di dalam larutan NaCl 3,56 % dalam waktu 1 minggu. Hasil elektroplating *flash chrome* pada baja karbon mencapai sekitar 8 µm dengan peningkatan kekerasan dari 47,7 HRc menjadi 64,7 HRc.

**Kata kunci:** baja karbon rendah, elektroplating , *flash chrome*, rapat arus, waktu proses

### Abstract

*The low steel carbon is a low steel carbon with a content of about 0.1% carbon and is susceptible to corrosion. This causes his appearance to be bad, dirty, and discolored. To maintain the appearance of steel carbon remains attractive to be done coating, one of which carried out the electroplating Chrome process. Electroplating chrome (Cr) serves to increase surface hardness and become more resistant to corrosion caused by the environment. Electroplating flash chrome is layer process to produce a very thin layer and aims to harden the surface of a base metal material. This study aims to determine the current density condition and optimum time of electroplating flash chrome on low carbon steel with 60°C process temperature in chromic acid and sulfuric acid solution with ratio 100: 1 and aerated. The results showed that the carbon steel has undergone coating having color change, weight and thickness increase and best condition achieved in electroplating flash chrome process on low carbon steel using 35 Ampere current for 75 seconds reaching thickness 5,4 µm with efficiency 2,67% And has good corrosion resistance in a 3.56% NaCl solution within 1 week. Product electroplating fsh chrome on low carbon steel reache layer thickness approximately 8 µm with an increase in hardness from 47.7 HRc to 64.7 HRc.*

### PENDAHULUAN

Baja karbon merupakan paduan besi dengan karbon dengan kadar yang rendah sekitar < 0,25%C. Baja karbon dibedakan menjadi tiga (3) tipe baja karbon yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi atau sering disebut besi tuang. Baja karbon rendah mempunyai kadar karbon antara 0,025%-0,25%. Baja karbon rendah dengan kadar

0,04%-0,10% C dijadikan plat baja, 0,05% C digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan, 0,15% - 0,20%C digunakan untuk keperluan konstruksi jembatan, bangunan, atau dijadikan baja konstruksi.

Baja karbon rendah merupakan paduan logam besi dengan karbon yang rentan terhadap serangan korosi. Korosi merupakan suatu proses oksidasi dan

reduksi yang terjadi pada logam akibat berinteraksi dengan lingkungan. Produk dari proses korosi logam sering disebut dengan karat yang berwarna coklat pada material baja atau besi. Warna coklat disebabkan adanya senyawa  $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$  di permukaan logam baja karbon atau besi. Korosi atau pengkaratan merupakan fenomena kimia pada material logam yang pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan mengandung oksigen. Dampak dari proses korosi pada baja karbon antara lain adalah baja menjadi keropos dan rusak, permukaan logam menjadi kurang menarik, berbahaya jika mengkontaminasi makanan atau minuman, dan dapat menyebabkan robohnya suatu konstruksi baja jika kerusakannya sudah parah (Trethewey: 1991).

Agar material logam baja karbon tidak mudah mengalami proses korosi perlu dilakukan pencegahan, salah satunya adalah memberikan lapisan di permukaan logam dengan material logam yang lebih tahan terhadap korosi atau dengan coating organik. Elektroplating logam merupakan salah satu metode pelapisan logam dengan cara memberikan arus searah kepada material logam yang dicelupkan ke dalam larutan elektrolit. *Flash chrome* merupakan proses elektroplating krom (Cr) ke permukaan material logam baja yang bertujuan untuk menambah daya tarik dan permukaan logam menjadi lebih keras dan tahan terhadap serangan korosi, sehingga permukaan logam baja karbon tetap bersih, halus, dan mengkilap, serta lebih tahan terhadap serangan korosi akibat lingkungan.

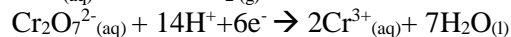
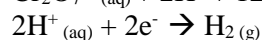
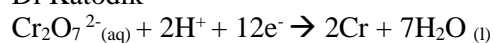
Permasalahan penelitian ini adalah pada kondisi pada (rapat arus, suhu, dan waktu) untuk menghasilkan lapisan krom

dengan ketebalan sekitar  $5\mu m$  mengalami penambahan kekerasan permukaan yang tahan terhadap gesekan dan korosi.

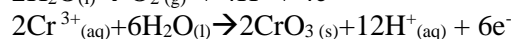
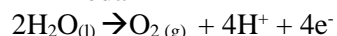
Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi rapat arus dan waktu optimum elektroplating *flash chrome* pada baja karbon dengan suhu proses  $60^\circ C$  dalam larutan elektrolit asam kromat dan asam sulfat dengan perbandingan 100:1 dan dilakukan aerasi. Hasil lapisan krom diukur ketebalan lapisan, massa lapisan, kerataan lapisan, daya adhesifnya, serta kekerasan permukaan material baja karbon, serta uji korosi material dalam larutan NaCl 3,56%. Proses elektroplating ini disebut proses elektroplating *Flash Chrome* karena prosesnya cepat dan singkat sekitar 45 detik dan menghasilkan ketebalan lapisan sekitar  $5\mu m$  (Mooney: 2015)

Proses elektroplating krom pada material baja karbon dalam larutan asam krom dapat dilakukan dengan material baja karbon sebagai katoda (kutub negatif) dan elektroda Pb sebagai anoda (kutub positif). Mekanisme proses elektroplating dan reaksi di katodik dan anodik dapat dijelaskan sebagai berikut (Hartomo, A. J. dan Kaneko, T, 1995).

Di Katodik



Di Anoda



Untuk menentukan hasil elektroplating dihitung berdasarkan hukum Faraday yang menyatakan bahwa jumlah zat yang pada elektroda selama elektroplating sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan

elektrolit, yang secara sederhana dituliskan

$$W = \frac{itArL}{nF} \dots\dots\dots 1)$$

Dari hukum Faraday ini dapat dibandingkan dengan berat lapisan hasil percobaan, dapat ditentukan efisiensi dari proses elektroplating dengan menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{W_a}{W_t} \times 100\% \dots\dots\dots 2)$$

Dengan:

$\eta$  = Efisiensi (%),

$W_a$  = Berat lapisan hasil percobaan (g),

$W_t$  = Berat lapisan sesuai hukum Faraday (g)

Hasil elektroplating krom (Cr) dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah sebagai berikut

- a. Suhu sangat mempengaruhi kesesuaiannya jalan reaksi dan melindungi lapisan. Keseimbangan suhu ditentukan oleh beberapa faktor seperti ketahanan, jarak anoda dengan katoda, serta besarnya arus yang mengalir ke dalam larutan elektrolit. Suhu yang semakin tinggi akan menghasilkan lapisan yang kasar yang hitam (Dennis, K.J & Such E.T :1986, Kusnadi & Ilham: 2015)
- b. Rapat arus yang baik adalah arus yang tetap pada saat awal sampai pada akhir proses, sehingga produk lapisan menjadi merata dan baik
- c. Konsentrasi ion berpengaruh pada struktur deposit, dengan naiknya konsentrasi ion logam dapat menaikkan mobilitas ion dalam larutan.
- d. Agitasi akan membantu proses elektroplating, terutama untuk menjaga lapisan agar semua permukaan menjadi rata dan gas yang terbentuk di permukaan elektroda dapat langsung

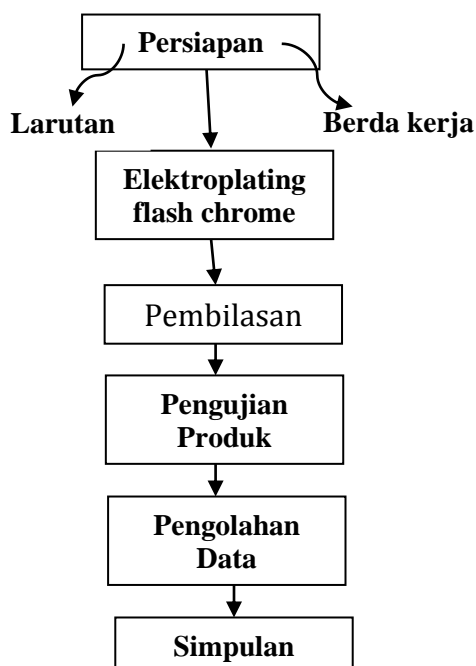
dikeluarkan dari material logam dan tidak mengganggu lapisan yang terbentuk.

- e. *Throwing power* adalah kemampuan larutan penyalur untuk menghasilkan lapisan dengan ketebalan merata dan selama proses pelapisan terjadi aliran arus yang membawa ion-ion ke permukaan elektroda atau benda kerja yang dilapisi.
- f. Konduktivitas larutan bergantung kepada konsentrasi larutan. Semakin tinggi konsentrasi larutan, maka konduktivitas akan semakin tinggi.
- g. Nilai pH merupakan faktor penting dalam menjaga kestabilan proses pelapisan.
- h. Gejala passivitas sering ditemui pada logam yang mengalami korosi, karena itu elektroda harus benar-benar bersih dan bebas dari korosi.
- i. Waktu pelapisan berpengaruh kepada ketebalan lapisan
- j. Elektroda yang digunakan yang mempengaruhi adalah bentuk, ukuran dan jenis elektroda. Ada dua jenis elektroda yaitu elektroda larut dan tidak larut (inert). Elektroda yang larut akan berfungsi untuk menghantarkan arus listrik dan menaikkan jumlah kation yang terdapat di dalam larutan plating, sehingga efisiensi proses elektroplating akan naik.

## METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan percobaan di laboratorium. Tempat percobaan dilakukan di laboratorium korosi Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung (Polban). Tahap penelitian ini secara skematis pada

ditunjukkan seperti diagram Gambar 1. Berikut.



Gambar 1. Tahapan Kegiatan Penelitian

### Persiapan

Persiapan merupakan tahap awal mulai dari persiapan bahan kimia dan benda kerja. Bahan kimia yang diperlukan adalah asam klorida (HCl) 5%, larutan NaOH 10% untuk proses degreasing, dan larutan elektrolit yang berisi asam kromat dan asam sulfat dengan perbandingan 100:1 b/b, serta larutan elektrolit NaCl 3,56% untuk pengujian korosi. Untuk persiapan benda kerja dilakukan secara mekanik menggunakan kertas abrasif untuk menghilangkan kotoran yang tidak bisa dibersihkan secara kimiawi, produk korosi dibersihkan dalam larutan HCl 5%, dan kotoran lemak dibersihkan dalam larutan NaOH 10%, yang akhirnya dibilas dan dikeringkan dan ditimbang untuk mendapatkan berat awal (W1).

### Proses elektroplating flash chrome

Proses elektroplating *flash chrome* diawali dengan pemanasan larutan elektrolit yang terdiri atas larutan asam

kromat dan asam sulfat dengan rasio 100:1 menggunakan variasi rapat arus (30, 35, dan 40A/dm<sup>2</sup>) dan waktu (30,45,60,75,90 detik). Proses elektroplating ini dilakukan dalam waktu yang relatif cepat yang produknya terus dibilas dalam air pana, dikeringkan dan ditimbang sebagai berat akhir (W2). Proses elektroplating *flash chrome* ditunjukkan pada gamabr 2 berikut.



Gambar 2. Proses Elektroplating Flash Chrome

### Pengujian Produk Flash chrome

Pengujian produk elektroplating *flash chrome* dilakukan uji ketebalan menggunakan mikrometer, dan berat lapisan menggunakan neraca analitik, pengukuran kekerasan permukaan menurut kekerasan Brinell, dan, uji daya adesif menggunakan isolasi atau selotif yang dilekatkan pada benda kerja, dan uji ketahanan korosi dengan mencelupkan ke dalam larutan NaCl 3.56%, dan laju korosi logam dihitung berdasarkan metode kehilangan berat.

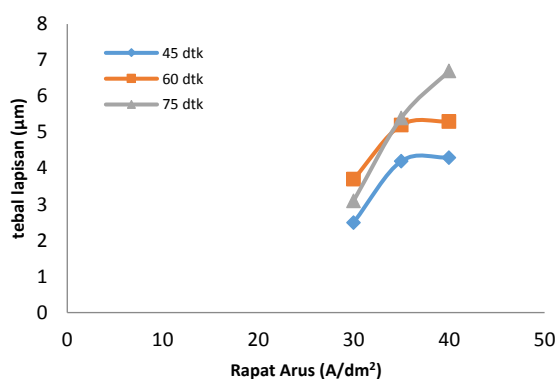
### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Elektroplating *flash chrome* terhadap baja karbon rendah berukuran panjang 50 mm, lebar 20 mm dan tebal sekitar 2,0 mm dilakukan dengan variasi kondisi proses electroplating *flash chrome*

yaitu rapat arus, dan waktu proses pada suhu proses 60 °C serta produknya dilakukan pengujian atau pengukuran terhadap ketebalan, berat lapisan/deposit, efisiensi proses dan daya rekat lapisan, serta uji korosi dalam larutan NaCl 3,56%.

### Pengaruh Rapat arus terhadap Produk Lapisan/Deposit

Pengujian/pengukuran tebal lapisan dilakukan dengan dua metode yaitu pertama dilakukan dengan pengukuran langsung dengan micrometer. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur ketebalan lapisan krom di permukaan benda kerja dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



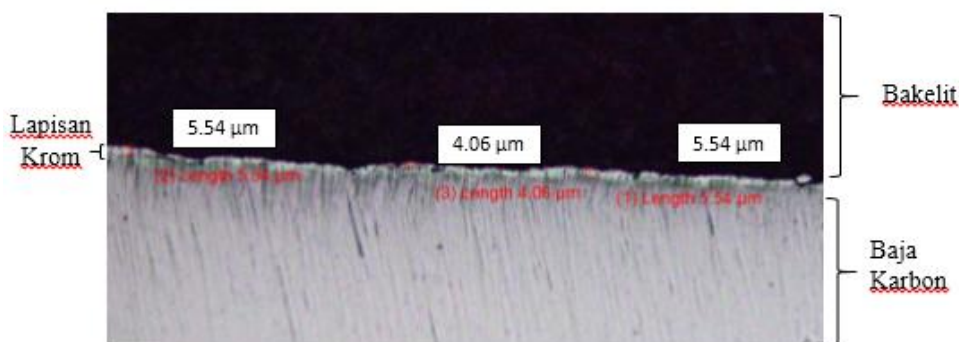
**Gambar 3.** Rapat Arus vs Tebal Lapisan

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada rapat arus 35 dan 40 A/dm<sup>2</sup> dapat mencapai tebal lapisan > 5 µm dibandingkan pada rapat arus 30A/dm<sup>2</sup> yang menunjukkan tebal lapisan lebih rendah. Tebal lapisan krom dengan tebal sekitar 5 µm dicapai pada waktu 60 detik, 75 detik dan 90 de-

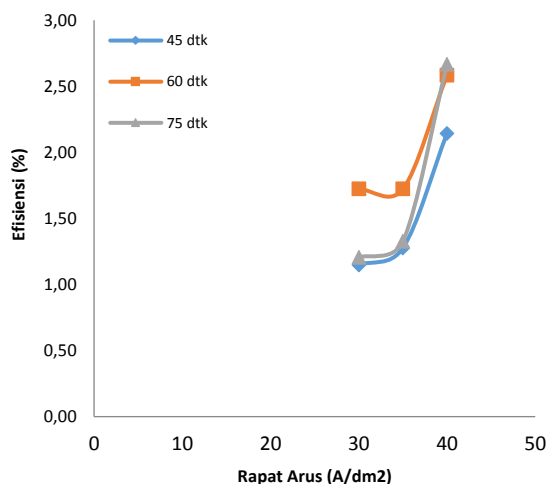
titik. Lapisan *flash chrome* yang mencapai 5 µm menghasilkan lapisan yang merata dan kekerasan sekitar 67 HRc (Baal:2007, Jignesh Panchal: 2011). Pada rapat arus 40A/dm<sup>2</sup> dihasilkan ketebalan melebihi 5µm, tetapi lapisan yang terbentuk tidak merata pada setiap permukaan logam. Ketebalan yang cukup merata dihasilkan pada rapat arus 35 A/dm<sup>2</sup>. Untuk itu kondisi optimum pelapisan dicapai pada waktu 75 detik dan rapat arus 35A/dm<sup>2</sup>. Karena pada kondisi ini dihasilkan lapisan yang merata dan lebih terang atau mengkilat seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada Gambar 4 ditunjukkan ada tiga titik pengukuran ketebalan dan diperoleh nilai rata-rata sebesar 5,047 µm. Lapisan krom ditunjukkan memiliki warna abu yang lebih terang daripada baja karbon. Hasil lapisan krom juga menunjukkan lapisan yang cukup merata dan bagian tengah memiliki ketebalan lebih tipis dibandingkan kedua sisinya. Hal ini menunjukkan dan menjelaskan bahwa proses pembentukan lapisan dimulai dari sisi atau tepi permukaan benda kerja.

Pada proses elektroplating *flash chrome* terjadi proses deposisi ion ion Cr<sup>3+</sup> menjadi Cr yang akan menempel pada permukaan benda kerja yang dilapisi, sehingga menyebabkan perubahan di permukaan logam. Berdasarkan berat lapisan dapat ditentukan efisiensi proses yang dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



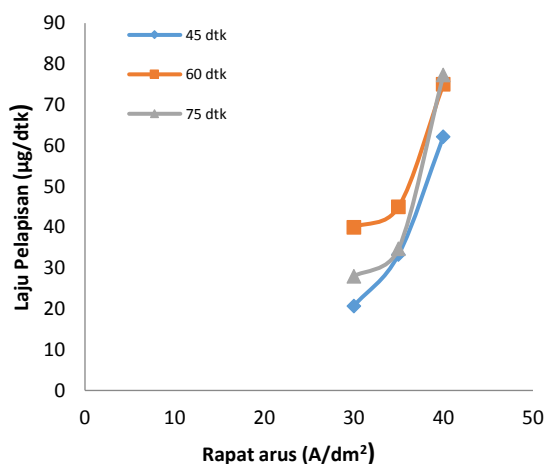
**Gambar 4.** Struktur Tebal Lapisan (500x)



**Gambar 5.** Rapat Arus vs Efisiensi Proses

Berdasarkan Gambar 5 ditunjukkan bahwa peningkatan efisiensi terjadi pada setiap peningkatan arus. Hal ini menunjukkan semakin banyak krom yang melapisi benda kerja dengan meningkatnya rapat arus proses. Pada rapat arus  $35\text{A/dm}^2$  efisiensi semakin meningkat sampai mencapai 2,67% pada waktu 75 detik dan semakin meningkat pada arus  $40\text{A/dm}^2$ . Hal ini ditunjukkan bahwa dengan meningkatnya arus menyebabkan jumlah deposisi Cr semakin meningkat (Hukum Faraday pers 1).

Laju pelapisan krom (Cr) dengan meningkatnya arus ditunjukkan pada Gambar 6. berikut.

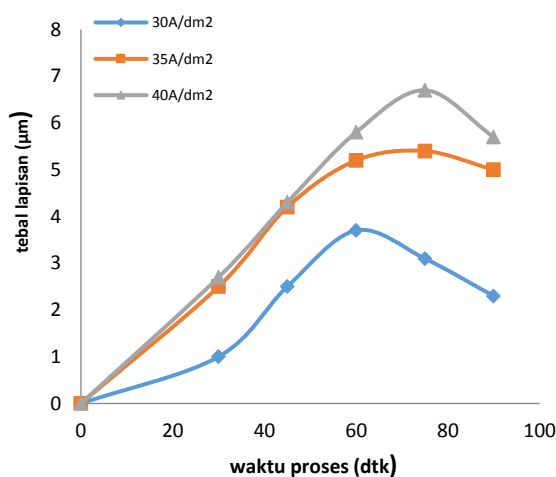


**Gambar 6.** Rapat Arus vs Laju Pelapisan

Gambar 6 menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan rapat arus yang menyebabkan peningkatan laju pelapisan. Hal ini disebabkan proses deposisi krom dan pembentukan  $\text{Cr}^{3+}$  semakin cepat. Rapat arus yang semakin tinggi juga menunjukkan jumlah arus yang mengalir ke dalam larutan elektrolit semakin besar, sehingga akan menyebabkan *throwing power* ion  $\text{Cr}^{3+}$  menuju ke permukaan benda kerja menjadi Cr semakin meningkat, sehingga jumlah dan waktu yang dibutuhkan untuk melapisi pada setiap detiknya akan semakin banyak jumlahnya (Hartomo A.J & Kaneko, T., 1995). Hal ini juga sesuai dengan Hukum Faraday yang menyatakan bahwa jumlah zat yang dihasilkan sesuai dengan kuat arus dan waktu yang makin meningkat.

### Pengaruh Waktu terhadap Produk Lapisan

Pengaruh waktu elektroplating *flash chrome* terhadap tebal lapisan ditampilkan pada Gambar 7 berikut.



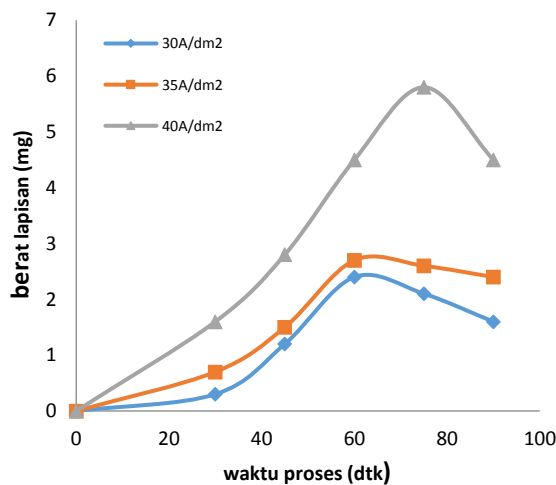
**Gambar 7.** Waktu Proses vs Tebal Lapisan

Berdasarkan Gambar 7 ditunjukkan bahwa tebal lapisan paling tinggi dicapai pada tebal sebesar  $8,7\ \mu\text{m}$  pada kondisi operasi waktu pelapisan selama 75 detik

dan rapat arus  $40\text{A}/\text{dm}^2$ . Secara keseluruhan, kecenderungan grafik menunjukkan bahwa tebal lapisan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu proses. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama waktu proses maka semakin tebal lapisan yang dihasilkan.

Waktu proses optimum dicapai pada waktu 75 detik karena pada waktu 90 detik, grafik menunjukkan bahwa tebal lapisan menurun. Hal ini disebabkan ion kromat sedikit demi sedikit menjadi ion  $\text{Cr}^{3+}$  dan bereaksi dengan Pb membentuk lapisan  $\text{PbCrO}_4$  pada anoda, sehingga menurunkan efektifitas dari anoda yang ditunjukkan dengan warna kuning pada permukaan anoda.

Berat lapisan menunjukkan jumlah lapisan yang dihasilkan dari proses elektroplating *flash chrome* ditampilkan pada Gambar 8 berikut.

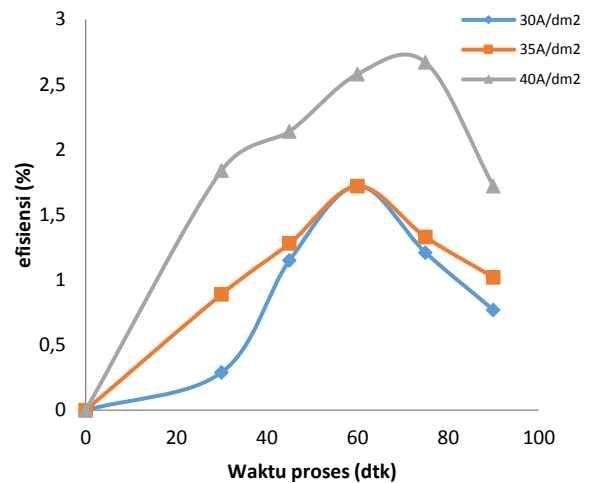


**Gambar 8.** Waktu Proses vs Berat Lapisan

Secara keseluruhan ditunjukkan bahwa berat lapisan paling tinggi sebesar 5,8 mg diperoleh pada kondisi waktu 75 detik dan arus  $40\text{A}/\text{dm}^2$  Ampere. Sama halnya dengan ketebalan, berat lapisan pun meningkat seiring dengan bertambahnya waktu proses. Hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin

lamanya waktu proses, jumlah lapisan yang dihasilkan pun akan semakin banyak.

Efisiensi proses terhadap waktu proses ditunjukkan pada Gambar 9. Berdasarkan Gambar 9 ditunjukkan bahwa terjadi peningkatan efisiensi pada setiap waktu pelapisan dan efisiensi tertinggi dicapai pada kondisi waktu 75 detik dengan arus  $40\text{A}/\text{dm}^2$ , yaitu sebesar 2,67%.

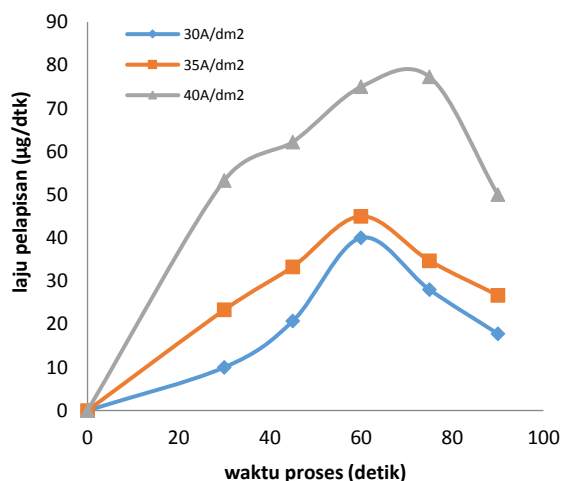


**Gambar 9.** Waktu Proses Vs Efisiensi

Pada waktu proses 90 detik ditunjukkan bahwa berat lapisan dan efisiensi menurun yang disebabkan karena pada kondisi tersebut jumlah ion  $\text{Cr}^{3+}$  menurun akibat jumlah ion kromat dalam larutan semakin berkurang yang disebabkan oleh reaksi dengan ion  $\text{Pb}^{2+}$  di anoda (*lihat mekanisme reaksi di anoda pada bagian pendahuluan*) dan dengan meningkatnya waktu jumlahnya berkurang, sehingga jumlah lapisan krom (Cr) di permukaan benda kerja menjadi berkurang. Selain itu, dengan bertambahnya waktu proses arus yang mengalir ke dalam elektroda juga semakin tidak stabil dan mulai turun yang menyebabkan juga jumlah lapisan krom rendah (Dennis, Jk and Such TE: 1986).

Laju pelapisan adalah banyaknya lapisan yang terbentuk per satuan waktu pelapisan. Pengaruh waktu pelapisan terhadap laju pelapisan ditampilkan pada Gambar 10.

Laju pelapisan ini berhubungan erat dengan berat deposit, sehingga laju pelapisan paling tinggi sebesar 76,7  $\mu\text{g/dtk}$  pada kondisi waktu pelapisan selama 75 detik pada arus  $40\text{A/dm}^2$ . Ini menunjukkan bahwa proses pelapisan paling cepat dicapai pada kondisi tersebut. Laju yang paling cepat belum menghasilkan lapisan yang maksimal artinya merata, mengkilap, tetapi produk lapisannya menjadi kasar dan berwarna hitam (Kusnadi dan Ilham, 2015).



Gambar 10. Waktu Proses vs Laju Pelapisan

### Daya Adesif

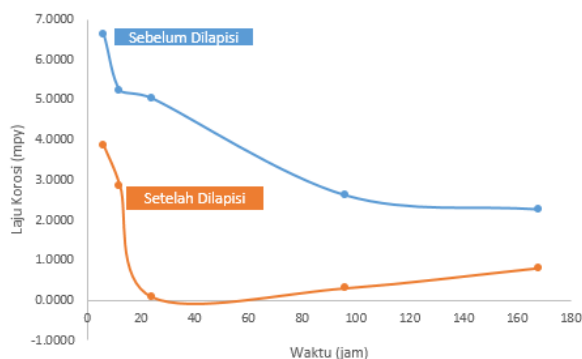
Berdasarkan pengujian daya adesif menggunakan selotif menunjukkan hasil lapisan yang baik, karena lapisan yang terbentuk tidak mengelupas saat selotif dilekatkan ke permukaan benda kerja.

### Pengujian Ketahanan Korosi

Pengujian ketahanan korosi dilakukan pada benda kerja yang telah dilapisi dengan cara mencelupkan ke dalam larutan NaCl 3,56%. Waktu

pengkorosian dilakukan pada waktu 6, 12, 24, 96 dan 168 jam.

Laju korosi dihitung berdasarkan metode kehilangan berat dan dihasilkan seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Waktu Pengkorosian vs Laju Korosi

Berdasarkan Gambar 10 ditampilkan bahwa laju korosi benda kerja yang dilakukan proses elektroplating *flash chrome* lebih rendah dibandingkan laju korosi benda kerja tanpa melalui proses elektroplating *flash chrome*. Hal ini menunjukkan bahwa logam yang dilakukan elektroplating *flash chrome* memiliki ketahanan korosi yang lebih baik dibandingkan logam yang tidak terlapisi karena lapisan krom di permukaan logam bereaksi dengan oksigen membentuk lapisan pasif  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (Jones, 1992), dan krom merupakan logam yang lebih tahan terhadap serangan korosi sehingga akan memperlambat laju korosi dan menghambat terjadinya proses korosi akibat di permukaan logam krom terbentuk lapisan pasif (Jones: 1992).

### Pengujian Kekerasan Permukaan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode Brinell. Hasil uji kekerasan ditunjukkan bahwa benda kerja yang belum melalui proses elektroplating *Flash Chrome* mempunyai kekerasan sebesar 47,7 HRC sebesar  $1555\text{ N/mm}^2$  dan kekerasan spesimen telah dilapisi



menjadi 64,7 HRc. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan krom di permukaan logam menunjukkan peningkatan kekerasan permukaan material logam (Baal: 2007).

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan electroplating *flash chrome* dapat diperoleh beberapa simpulan antara lain adalah rapat arus dan waktu proses elektroplating *flash chrome* mempengaruhi hasil elektroplating dengan waktu proses adalah 75 detik dengan rapat arus 35A/dm<sup>2</sup> menghasilkan kondisi optimal dengan hasil lapisan merata, dan mengkilap dengan ketebalan 5,4  $\mu$ m dan efisiensi 2,67%.

Hasil lapisan krom melalui proses elektroplating *flash chrome* mempunyai daya adhesif yang baik dan kekerasan permukaan benda kerja meningkat, serta lebih tahan terhadap korosi dalam larutan NaCl 3,56%

### Saran

Untuk menjaga hasil lapisan krom tetap baik perlu dilakukan kontrol elektroda timbal (Pb) karena semakin lama digunakan permukaan elektroda berwarna kuning dan mengendap sehingga efisiensi proses menjadi turun.

Suhu larutan dan rapat arus perlu dijaga stabil untuk mendapatkan hasil yang konstan atau stabil.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Politeknik Negeri Bandung melalui Penelitian Produk Terapan menggunakan dana Desentralisasi sesuai dengan surat Perjanjian Pelaksanaan penelitian Produk Terapan Nomer 253.17/PL.1R7/LT/2017

## DAFTAR PUSTAKA

- Adamczyk,J.,& Grajcar,A. (2007), *Heat Treatment and Mechanical Properties of Low-Carbon steel with Dual-Phase Microstructure*, Journal of Achievement in Material and Manufacturing Engineering.
- Bishat,C.S., (2004), Retrieved from slide share: <http://slideshare.net/chetan1332/working-of-tablet-punching-machine>.
- Blum,W., & Hogaboom, E.G., (1958), *Principles of Electroplating and Electroforming* 3ed Edition, new York: Mac-Graw-Hill, Company
- Dennis,K.J., & Such, T.E., (1986), *Nickel and Chromium Plating*, Cambridge: Butterworth
- Hartomo, A.J., & Kaneko,T., (1995), , Yogyakarta: Andi Offset
- Jignesh Panchal, (2011), Plating shop Owner, India, <http://www.finishing.com/270/57> diunggah pada tanggal 17 September 2017.
- Jones,D.A., (1992), *Principles and Prevention of Corrosion*, New York: Macmilan
- Kusnadi & Ilham,Z, (2015), *Elektroplating soft Chrome pada Baja Karbon dengan Variasi rapat arus dan waktu proses*, (TA) Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Mulyudha, (2013), *Pengaruh Tebal Lapisan Chrome terhadap Sifat Mekanik pada Baja SS400 dengan Metode Elektroplating*, Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Ted Mooney ,P.E.Ret, (2015), *Finishing.Com*, Pine Beach, New Jersey, diunggah september 2017.
- Trethewey,K.R., (1991), *Korosi untuk Mahasiswa sains dan Rekayasa*, Jakarta: Gramedia Pustaka Ulama.

*Agustinus Ngatin, ....*  
*Elektroplating Flash Chrome ....*

Urquhart, J.W, (1937), The canning  
Handbook on Electroplating.  
Birmingham: W. Canning Limited.

-----, (2001), Chrome plating,  
Foiothill Ranch: Bal Seal  
Egineering.