

PENGARUH TEBAL PELAPISAN KROM TERHADAP RAPAT ARUS ELEKTROPLATING PADA GEOMETRI PLAT, PROFIL DAN PIPA

Sutomo, Bambang Setyoko

Program Diploma III Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Email: sutomo_67@yahoo.com

Abstrak

Sutomo, didalam penelitian pengaruh tebal pelapisan crom terhadap rapat arus elektroplating pada geometri alat profil dan pipa,peneliti ingin mengetahui geometri yang mana akan lebih mengindikasikan lebih efektif didalam proses electroplating ini.Pelapisan crom akan dapat mengurangi atau menahan proses korosi terhadap baja,didalam penelitian ini dilakukan selama 100 menit untuk membuat sample. Hasil dari penelitian ini menghasilkan bahwa geometri yang bentuk permukaan yang plat akan lebih efektif,selanjutnya yang profil L serta bentuk pipa yang kurang efektif atau perlu waktu yang lebih lama untuk pelapisan dengan luasan permukaan dan tebal pelapisan yang sama.Kejadian keadaan ini disebabkan karena panjang lintasan electron menjadi berbeda pula.Setelah 100 menit pelapisan akan menambah berat 0.8121 gram, 0.01 gram, 0.08 gram geometri plat, profil L dan pipa,sedangkan untuk kerebalannya adalah 0.25 mm, 0.2mm, 0.016 mm.

Kata kunci: *electroplating, pelapisan, crom, geometri*

PENDAHULUAN

Dalam lakuan logam, selain dipakai untuk plating khrom, juga untuk khromisasi, *coating* ubahan khromat, pasivasi, pembersihan permukaan dan etsa, pencegahan korosi, sampai *stripping deposit*. Sifat mekanis khrom sangat peka terhadap pengotor, riwayat lakuan mekanisnya, ukuran buritan, kondisi permukaan dan lain-lain. Karbon, belerang dan oksigen, biarpun sedikit, sangat mempengaruhi keliatannya. Khrom relatif *inert* dalam berbagai kondisi lingkungan. Khrom bereaksi dengan halogen, hidrogen klorida, dydrogen fluorida. Asam semisal asam nitrat pekat, fosfat, khlorat dan perkhlorat membentuk lapisan tipis khrom yang menghasilkan kepasifan, sehingga tahan korosi. Dalam larutan netral kepasifan itu terjaga, tetapi dalam larutan asam, harus diberi oksidator, tetapi jangan ada asam halogen. Logam-logam mulia emas-perak-platina dikelompokkan dalam logam rekayasa ini, bersama-sama timah dan timbel. Penggolongan ini sekali lagi, beralasan praktis. Emas dan perak diambil dari segi keindahan (dan harganya) di samping sifat fisik dan kimianya. Lagi pula, di dunia industri (elektronika dan sekitarnya) kedua logam ini makin penting pula. Di antara keenam logam kolompok platina (ruthenium, rhodium, palladium, osmium, iridium, platina), hanya rhodium yang bermanfaat dekoratif. Laiinya kebanyakan digunakan untuk tujuan rekayasa/teknik. Timah dan timbel hanya digunakan sebagai pelapis industri. Kecuali timah dan timbel, logam-logam tersebut biasanya disebut mulia, sesuai tempat golongan di daftar susunan Berkala Unsur Kimia. Timah dan timbel satu golongan tersendiri, sifatnya mirip, timbal sendiri jarang dipakai plating, tetapi *alloy* timah-timbal makin penting di industri (elektronik) pula. Pelapisan emas ditujukan untuk kedua bidang terapan, yakni dekoratif dan industri (elektronika, komunikasi, dirgantara). Sering emas dipergunakan dalam komponen elektronik karena tahan korosi, mudah disolder, tahan oksidasi, liat, bersifat listrik baik. Untuk pemanfaatan dirgantara, emas daya pancar/pantul infra merahnya baik. Dalam industri kimia, emas tahan korosi, maka secara *electroforming* dipakai dalam pembuatan reaktor, demikian pula pada penukar panas kondensor dan sebagainya. Kebanyakan logam, kecuali di industri yang menggarap penghantar listrik, biasanya dipergunakan dalam bentuk *alloy*. Dengan proses alloy, berbagai sifat logam seperti yang dikehendaki dapat dicapai. Sebaliknya, kebanyakan eletrodeposit justru logam murni (selain kodeposit dari aditif). Hal itu berhubungan dengan sulitnya kontrol proses elektrodposisi berbagai *alloy*. Akan tetapi justru dengan mampu mengatur komposisi deposit, orang dapat membuat lapisan/*coating* bermacam-macam, ada yang keras atau lunak, ada stress atau tidak, dan sebagainya. Alloy sungguh memikat, alloy di sini tidak sekadar yang biner (dua komponen), tetapi dapat tiga, empat atau lebih. Alloy tembaga-timah-seng sudah banyak

dipraktikkan dalam elektroplating. Walau masalah biaya dan kontrol harus diperhitungkan masak-masak sebelum berbuat. Yang jelas, dengan *plating alloy*, produknya dapat memiliki berbagai keunggulan seperti; sifat fisik baik, lebih tahan korosi, warna dan daya pikat dekoratifnya unggul, sifat *magnetic* piawai, mampu diberi lakuan panas, dapat menyaingi sifat logam-logam yang lebih mahal, dan banyak lagi. Warna kekuning-kuningan dapat menyaingi emas, ketahanannya terhadap korosi lebih bagus daripada tembaga sendiri, dan lebih keras. Anodisasi merupakan proses elektrolit dengan logam dijadikan anoda dalam elektrolit, sehingga bila dialiri listrik, permukaan logamnya diubah menjadi oksidanya, serta mempunyai sifat dekoratif, protektif dan manfaat lainnya. Sesuai dengan sifat dan kerja elektrolit terhadap oksida *anodic*, kondisi operasi, juga hubungan tegangan/arus, anoda logam terus termakan dan diubah menjadi oksida yang terus menjalar ke bagian dalam. Oksida yang terbentuk terakhir berdekatan dengan antar-muka logam pelapis. Proses penganodaan khrom adalah proses elektrolisa sebagai elektrolit adalah asam sulfat (H₂SO₄). Benda dari logam khrom itu dipasang pada kutub positif dan mengalami reaksi oksidasi pada permukaannya. Dengan demikian terbentuklah suatu lapisan oksida khrom pada permukaan benda itu, sehingga akan merupakan lapisan pelindung yang sekaligus dapat berfungsi dekoratif. Proses penganodaan khrom pada prinsipnya berbeda dengan proses pelapisan logam. Pada proses penganodaan terbentuk suatu lapisan logam terendapkan logam, sehingga merupakan lapisan logam yang menyelimuti permukaan benda itu

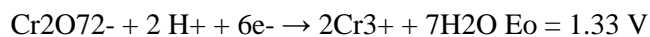
KAJIAN PUSTAKA

Khromium atau khrom (*Chrome*) merupakan logam yang digunakan secara luas saat ini baik untuk keperluan perabot rumah tangga, kendaraan bermotor maupun rol logam pada industri. Pemakaian khrom tidak dalam bentuk murni tetapi dilapiskan pada suatu benda padat dari logam lain. Dalam industri elektroplating, dikenal dua macam jenis pelapisan yaitu khrom dekoratif dan khrom keras (*hard chrome*). Khromium dekoratif merupakan suatu lapisan tipis khromium dengan ketebalan antara 0.25 hingga 0.75 μm yang dilapiskan di atas lapisan dasar baik berupa tembaga-nikel maupun nikel saja. Lapisan ini memberikan kenampakan yang indah dan bersifat nontarnishing pada barang-barang yang dilapis. Lapisan khrom dekoratif tahan terhadap abrasi dan memberikan kenampakan yang cemerlang sehingga banyak digunakan untuk pelapisan perabot rumah tangga, kendaraan bermotor dan mobil, pesawat terbang, alat-alat bedah dan gigi. Khrom keras memiliki ketebalan yang dapat mencapai 0.3 mm dengan kekerasan lebih dari 600HV, dipakai pada alat-alat industri yang bergerak dan memerlukan ketahanan goresan dan abrasi tinggi. Untuk proses plating khrom pada bahan besi/baja adalah pelapisan dasar dengan tembaga sianida, dilanjutkan dengan pelapisan tembaga asam, pelapisan nikel dan tahap akhir berupa pelapisan khrom yang dikenal sebagai *plating* 4 lapis. Sedangkan apabila menggunakan sistem 2 lapis, cukup menggunakan pelapis dasar nikel saja. Pelapisan khrom keras dilakukan terhadap bahan dasar baja yang dilapis.

Sifat-Sifat Khrom:

- Mempunyai massa atom 51,996 sma
- Mempunyai nomor atom 24
- Mempunyai jari-jari atom 1.30 Å
- Mempunyai konfigurasi elektron 2 8 13 1
- Dalam senyawa mempunyai bilangan oksidasi +6, +3, dan +2
- Mempunyai volume atom 7.33 cm³/mol
- Mempunyai struktur kristal bcc
- Mempunyai titik didih 2945 K
- Mempunyai titik lebur 2130 K
- Mempunyai massa jenis 7.19 gram/cm³
- Mempunyai kapasitas panas 0.449 J/g K
- Mempunyai potensial ionisasi 6.776 volt
- Mempunyai elektronegativitas 1.66
- Mempunyai konduktivitas listrik 7.9×10^6 ohm⁻¹cm⁻¹
- Mempunyai konduktivitas kalor 93.7 W/m K
- Mempunyai harga entalpi pembentukan 20 kJ/mol
- Mempunyai harga entalpi penguapan 339.5 kJ/mol

Sifat mekanis khrom sangat peka terhadap pengotor, riwayat lakuan mekanisnya, ukuran butiran, kondisi permukaannya dan lain-lain. Karbon, belerang dan oksigen, biarpun sedikit sangat mempengaruhi keliatannya. Khrom relatif inert dalam berbagai kondisi lingkungan. Khrom bereaksi dengan halogen, *hydrogen* khlorida, *hydrogen* fluorida. Asam semisal asam nitrat pekat, fosfat, khlorat, dan perkhlorat membentuk lapisan tipis khrom yang mengasilkan kepasifan, sehingga tahan korosi. Dalam larutan netral kepasifan itu terjaga tetapi dalam larutan asam harus diberi oksidator, tetapi jangan asam halogen. Ion khromo atau khrom (II) merupakan reduktor kuat. Ion heksakuo berwarna biru membentuk banyak kompleks. Khrom paling stabil ialah khrom (III), kimianya terutama koordinasi lingkungannya dapat anorganik maupun organik. Konsentrasi tinggi dan pH rendah mendukung terbentuknya polianion semisal dikhromat, bahkan selain Cr₂O₇²⁻ juga dapat Cr₃O₁₀²⁻ dan Cr₄O₁₃²⁻ bilangan oksidasinya 4. Dalam larutan basa (di atas pH 6), CrO₃ membentuk ion khromat kuning. Antara pH 2 sampai 6, HCrO₄⁻ dan dikhromat bersetimbang dan di bawah pH 1, spesi utama yang ada ialah H₂CrO₄. Larutan asam dikhromat merupakan oksidator kuat:



Dulu, lapisan tipis khrom pada tembaganikel- khrom komposit disangka hanya melindungi nikel agar tidak memercak (*tarnish*). Dikira kemampuan mencegah korosi hanya fungsi jenis dan tebal nikelnya saja. Baru sejak dasawarsa 1950-an khromnya diperhatikan. Dikembangkan pula teknik pelapisan khrom mikrodiskuntinyu. Melihat khrom (III) yang memiliki banyak kompleks, orang berminat membuat plat dari keadaan tersebut. Dan memang, khrom pun dibuat dari elektrolisis bak khrom sulfat. Akan tetapi khrom tak dapat diplatkan dari larutan berair CrO₃ saja, harus ada sedikit radikal asam yang berperan sebagai katalis agar terjadi deposisi katodik logamnya, misalnya CrO₄²⁻ atau lazimnya fluosilikat (SiF₆²⁻). Pada sistem bak asam khromat walau efisiensi arus platingnya rendah (untuk yang cerah 10-25%), laju deposisi tetap besar karena rapat arus yang digunakan besar pula. Tegangan listrik sesuai rapat arus tersebut juga besar, antara 4 sampai 12 volt, tergantung kondisinya. Daya lontar bak plating khrom jelek. Liputan plating baik bila nisbah optimum CrO₃ terhadap katalis terjaga dan anodanya didesain dengan baik (dwi kutup dan semacamnya). Asam khromat dalam larutan asam pekat bak plating berada kebanyakan sebagai ion dikhromat. Pada katoda setidaknya tiga reaksi berlangsung: deposisi khrom, pengeluaran *hydrogen*, pembentukan Cr (III), Cr₂O₇²⁻ + 14 H⁺ + 12e⁻ → 2 Cr + 7 H₂O H⁺ + 2 e⁻ → H₂ Cr₂O₇²⁻ + 14 H⁺ + 6e⁻ → 2 Cr³⁺ + 7 H₂O. Pengeluaran hidrogen menyedot 80 sampai 90% daya yang diberikan pada sistem. Hanya 10% saja dipergunakan untuk deposisi khrom sesungguhnya. Anoda khrom larut tak efisien pada kondisi elektrolisis, apalagi logam khrom jauh lebih mahal daripada bentuk CrO₃, maka dipergunakan anoda larut, yakni timbel atau yang berkadungan 10% unsur alloy, biasanya timah, *antimony* atau keduanya. Pada anoda terjadi tiga reaksi serentak: pengeluaran oksigen, oksidasi ion khromat, produksi timbel dioksida pada anoda. Reaksinya: 2 H₂O → O₂ + 4 H⁺ + 4 e⁻ 2 Cr³⁺ + 6 H₂O → 2 CrO₃ + 12 H⁺ + 6 e⁻ Pb + 2 H₂O → PbO₂ + 4 H⁺ + 4 e⁻. Kebanyakan daya diserap untuk pengeluaran oksigen. Akan tetapi dua reaksi lain amat penting: oksidasi-ulang Cr (III) pada anoda membantu menyeimbangkan produksinya pada katoda dan menjaga tingkat Cr³⁺. Bagi operasi memadai bak *plating* khromnya, anoda timbel harus tertutup lapisan timbel dioksida. Apabila film tersebut hilang atau tidak terbentuk, akan terjadi timbel khromat dan anodanya tidak menjalankan fungsi pengaturan konsentrasi Cr³⁺ di baknya. Anoda tak dipakai, pelapis oksidanya hilang membentuk film kuning timbel khromat. Bila arus dialirkan lagi, segera terbentuk film oksida lagi. Bila tidak, jadi tidak ada lapisan oksida kelabuhitam tersebut, berarti ada sesuatu yang keliru: kontak-kontak ke batang atau anoda kurang baik, atau ada korsluiting anoda. Film timbel khromat dihilangkan dengan mengambil anodanya, membersihkan batang-batang dan gantungannya, serta menggosok anoda dengan sikat kawat.

METODOLOGI

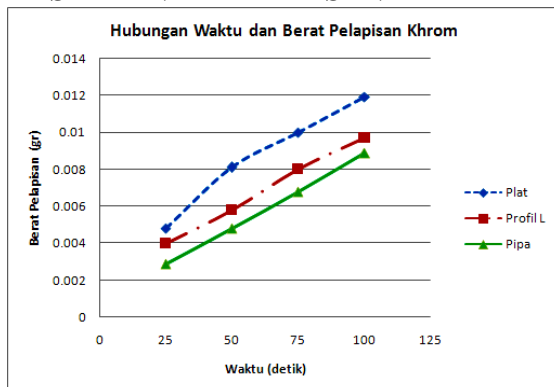
Khrom merupakan finishing bagi sistem plating protektif-dekoratif nikel/tembaga-nikel. Warnanya putih-kebiruan dan cemerlang, tahan *tarnish* (noda), tahan korosi, tahan aus dan goresan dan lebih melindungi substrat. Khrom jarang diplatkan langsung ke substrat untuk tujuan dekoratif, kecuali pada plating baja *stainless*.

Tabel 1. Komposisi dan kondisi operasi *plating* khrom

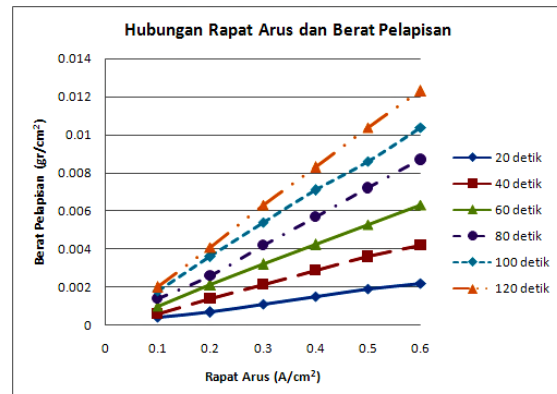
Larutan plating khrom standar		Hard Chrome	
Komponen dan kondisi operasi		Komponen dan kondisi operasi	
Asam khromat	250 – 280 gr/l	Asam khromat	150 gr/l
Asam sulfat	2.5 – 2.8 gr/l	Asam sulfat	0.87 gr/l
Khrom valensi 3	1 gr/l	Katalis	15 ml/l
Khrom/sulfat	100 gr/l	Temperatur	46° – 57° C
Temperatur	43o – 55o C	Rapat Arus	33 A/dm ²
Rapat arus	14.3 – 43.0 A/dm ²		
Efisiensi katoda	23		
Larutan Albright & Wilson			
Komponen dan kondisi operasi			
Asam khromat	150 gr/l		
Asam sulfat	0.87 gr/l		
Katalis	15 ml/l		
Temperatur	38o – 46o C		
Rapat Arus	11 – 17 A/dm ²		

Tebal plat khrom yang dideposisi di atas tergantung pula pada kondisi pemakaiannya serta mutu standar produknya. Alat-alat rumah tangga (*indoor*) biasanya 0.1 mikron. Untuk kendaraan atau mobil sekitar 1.5 mikron lebih. Jenis khrom juga merupakan faktor: khrom mikropori juga tidak boleh terlalu tebal (tidak memicu pori). Terdapat dua jenis utama bak *plating* asam khromat yakni jenis konvensional dengan ion katalis sulfat (dapat encer atau pekat tergantung faktor macam garapan, waktu dan ekonomi), serta bak katalis tercampur (katalis juga ber kandungan fluoride/fluorosilikat). Daya lontar dan daya liput bak *plating* asam khromat jelek, terjelek bila dibandingkan berbagai larutan plating yang lazim digunakan. Daya hantar baik tapi merosot bila ada pengotor seperti tembaga dan besi. Karena logam khrom tidak berfungsi dengan baik sebagai anoda, hal ini disebabkan kelarutan yang tinggi. Maka biasanya digunakan timbal sebagai anoda. Anoda yang terbuat dari logam Pb tidak larut dalam larutan untuk lapisan khrom keras. Oleh karena itu hampir *selalu* digunakan sebagai anoda dalam proses pelapisan khrom dekoratif. Timbal dalam bentuk *chemical* Pb dapat juga digunakan. Jika dibandingkan dengan Pb paduan, jenis ini akan mudah dirusak larutan sehingga menghasilkan larutan PbCrO₃ yang berlebihan. Banyak sekali pada ahli lapis listrik yang menggunakan anoda dari bahan lain, misalnya besi murni, nikel, baja dan baja tahan karat. Namun demikian ternyata anoda Pb paduanlah yang terbaik. Kontrol terhadap larutan elektrolit dilakukan secara rutin untuk menjaga komposisi larutan. Pengukuran kadar larutan secara cepat dilakukan dengan *hydrometer*. Analisis kimia volumetrik maupun gravimetrik diterapkan untuk mengetahui berapa kadar tiap-tiap komponen yang terdapat dalam larutan lebih akurat dilakukan secara berkala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

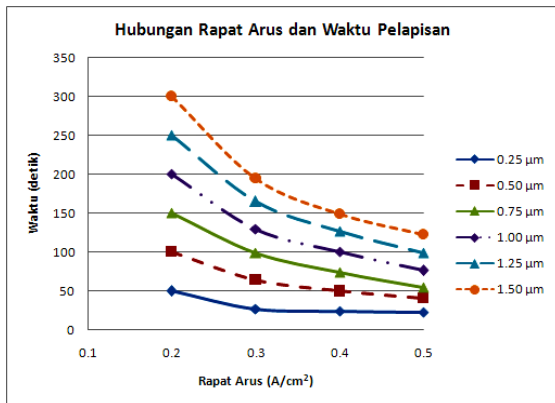


Grafik 1. Hubungan waktu dan berat pelapisan khrom

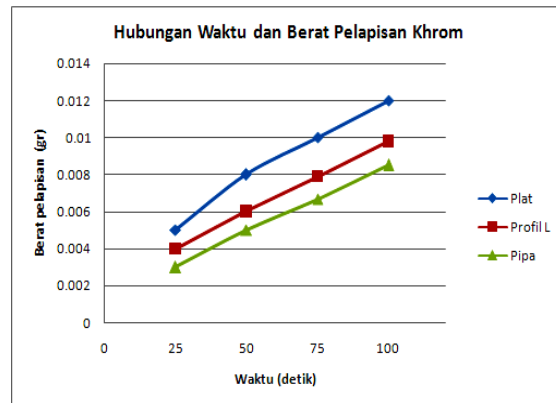


Grafik 2. Hubungan rapat arus dan berat pelapisan khrom

Dari data-data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin lama pelaksanaan pengaliran arus listrik pada elektroplating, maka akan meningkatkan massa atau berat yang menempel dan menambah ketebalan pelapisannya yang akan lebih tahan terhadap korosi karena lebih tebal.

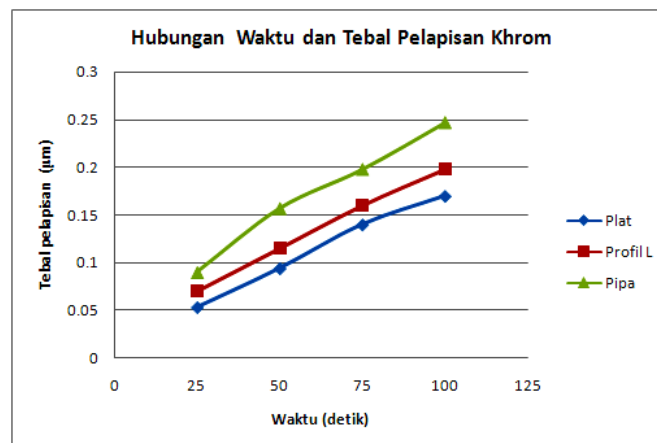


Grafik 3. Hubungan rapat arus dan waktu pelapisan khrom



Grafik 4. Hubungan waktu dan berat pelapisan khrom

Rapat arus semakin besar maka waktu pelapisan akan lebih cepat, sedang untuk menambah ketebalannya diperlukan waktu lagi supaya pelapisan dapat terus menerus dilakukan sehingga tambah tebal. Dari bentuk geometrinya terlihat bentuk flat akan lebih cepat prosesnya untuk waktu 100 detik pada geometri flat dapat terlapiskan khrom seberat 0.012 gram, tebal 0.25 μm , sedangkan untuk bentuk profil L pelapisannya sampai 0.01 gram dan tebal 0.2 μm . Selanjutnya untuk pipa didapat data 0.0085 gran atau tebal 0.07 μm . Jadi geometri yang flat (pelat) yang lebih menguntungkan. Hal ini dapat terjadi karena jarak tempuh elektron lebih dekat dibandingkan profil L maupun pipa.



Grafik 5. Hubungan waktu dan tebal pelapisan khrom

Jadi letak benda kerja dan letak posisi elektrodanya sangat berpengaruh juga untuk terjadinya pelapisan (*lining*) yang lebih cepat dan lebih merata ketebalannya. Pada bentuk pipa terlihat visualnya bahwa pipa yang dalam kurang dapat mengikuti kecepatan pelapisannya dibandingkan pipa yang di luar sehingga pada penelitian ini bentuk flat didapatkan kecepatan proses pelapisan yang lebih baik dibandingkan untuk bentuk yang lain yaitu profil L dan pipa. Untuk berat pelapisan pada bentuk plat dibandingkan dengan profil L dan pipa perbedaannya 10% dan 30% sedangkan untuk ketebalannya ditemukan perbedaan untuk profil dan pipa 10% dan 40%.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Semakin lama waktu pelapisan dan semakin besar rapat arus listriknya maka semakin bertambah pula berat pelapisannya dan semakin tebal pula pelapisannya.
2. Untuk peningkatan berat dan tebal pelapisan karena waktu, kelihatan bahwa bentuk plat lebih cepat dibandingkan bentuk profil L dan pipa.
3. Perlu dilakukan pengkajian yang lebih mendalam yaitu dengan banyak melakukan percobaan untuk mengetahui secara pasti besar laju ketebalan per menitnya dari pelapisan logam yang terjadi.
4. Pada saat pengujian sebaiknya lebih berhati-hati karena menggunakan bahan kimia yang cukup berbahaya, sehingga dapat dihindari hal-hal yang tidak diinginkan.
5. Perlu diperhatikan pula bahwa pada saat mencampur cairan dalam jumlah banyak harus sedikit demi sedikit dan harus diperhatikan juga panas yang timbul karena bisa menyebabkan polusi udara.
6. Dalam melakukan percobaan diperhatikan juga ketahanan wadah terhadap panas, dan selalu dijaga agar tidak leleh.
7. Berdasarkan evaluasi hasil percobaan ditemukan bahwa hasil pelapisan masih memiliki kelemahan pada kecemerlangannya, karena untuk ketiga hal lainnya sudah pernah kami uji dan hasilnya sudah baik. Beberapa saran yang dapat kami berikan demi kemajuan yang akan datang antara lain:
 - Kondisi larutan merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap hasil pelapisan, oleh karena itu konsentrasi, temperatur dan kemurnian larutan harus selalu dijaga.
 - Selama proses pelapisan, konsentrasi larutan elektrolit cenderung tidak berubah selama tidak ada faktor dari luar yang mengganggu.
8. Hal kedua yang tidak kalah pentingnya adalah persiapan benda kerja, sebelum dilakukan pelapisan, benda kerja harus dipoles dengan baik. Hasil poles yang rata akan menghasilkan pelapisan yang lebih halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsianto, Ashar, **Mengenal Teknologi Pelapisan Logam**, Balai Besar Logam dan Mesin: Bandung.
- Arsianto, Ashar, **Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik (Elektroplating)**, Balai Besar Logam dan Mesin: Bandung.
- Purwanto & Syamsul Huda, 2005, **Teknologi Industri Elektroplating**, Badan Penerbit Universitas Diponegoro: Semarang.
- Rahayu, SS, dkk, 1966, **Petunjuk Praktikum Elektroplating**, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sunardi, 2006, **116 Unsur Kimia**, Yrama Widya: Bandung.
- Wahyudi, Soleh, 2006, **Buku Saku Elektroplating**, Technic: Cimahi.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Chrom>
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Nikel>
- <http://id.wikipedia.org/wi>