

**MAKALAH PPM**



**TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH ELEKTROPLATING DENGAN  
PEMANFAATAN KEMBALI LIMBAH ELEKTROPLATING**

**Oleh:**

**R. Yosi Aprian Sari, M.Si**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA (UNY)**

# **TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH ELEKTROPLATING DENGAN PEMANFAATAN KEMBALI LIMBAH ELEKTROPLATING**

Oleh: R. Yosi Aprian Sari, M.Si  
Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY

## **A. Pendahuluan**

Pengembangan potensi daerah merupakan salah satu tuntutan pada era otonomi saat ini. Sektor pariwisata dan budaya merupakan salah satu prioritas untuk meningkatkan pendapat asli daerah (PAD) kota Yogyakarta, khususnya di Kecamatan Kotagede. Daya tarik atau potensi yang dimiliki oleh daerah tersebut selain terdapat situs-situs budaya juga merupakan sentra produksi perak.

Pada umumnya perak dipergunakan sebagai perhiasan, cinderamata, logam campuran dan lain-lain. Potensinya selalu berasosiasi dengan logam lainnya seperti emas dan tembaga.

Logam seperti besi, kuningan, dan aluminium banyak digunakan sebagai bahan industri dan peralatan rumah tangga. Untuk meningkatkan mutu permukaan terutama dari segi keindahan dan ketahanan terhadap korosi, bahan industri ini perlu dilapisi oleh logam tahan karat seperti perak, nikel dan krom.

Di Kecamatan Kotagede, Yogyakarta, banyak usaha kecil yang mengolah bahan industri dan alat rumah tangga dengan melapisinya dengan perak lewat penyepuhan logam perak. Usaha ini dikelola secara konvensional dengan teknologi sangat sederhana, sehingga peluang usaha yang cukup luas dapat dilakukan berbagai kalangan. Jasa penyepuhan perak merupakan salah satu usaha yang mempunyai prospek bagus dengan modal usaha rendah. Saat ini ada sekitar 30 industri penyepuhan perak. Sedang pengrajin penyepuhan perak yang masuk Koperasi Pengrajin Perak dan Perunggu Yogyakarta (KP3Y) saat ini tinggal ada 24.

Elektroplating atau lapis listrik atau penyepuhan merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan arus listrik melalui suatu larutan elektrolit. Larutan yang digunakan untuk penyepuhan logam perak harus diganti setiap dua minggu karena mutu hasil menurun akibat ketahanan kehalusan permukaan dan penampakkannya. Penggantian larutan ini menyebabkan biaya produksi tinggi dan limbah elektroplating yang dihasilkan dibuang langsung ke lingkungan Larutan yang

digunakan tersebut berupa bahan-bahan kimia yang merupakan bahan beracun dan berbahaya sehingga limbah yang dihasilkan berbahaya bagi kesehatan manusia baik yang terlibat langsung dengan kegiatan industri maupun yang di sekitar perusahaan. Hampir semua industri perak baik pengrajin maupun penyepuh saat ini belum memiliki pengolahan limbah yang memadai. Kemungkinan pencemaran memang ada terutama dari penyepuhan perak (<http://www.menlh.go.id/usaha-kecil/>, Purwanto dan Syamsul Huda: 2005).

Isu lingkungan menuntut penggunaan bahan-bahan yang ramah lingkungan, mengarahkan pengembangan produk dengan limbah sekecil mungkin. Penerapan produksi bersih dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan prinsip pakai ulang (*reuse*) bahan-bahan yang dipakai pada industri penyepuhan logam perak.

Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan suatu usaha untuk mengolah limbah hasil penyepuhan logam perak agar dapat diminimalisir dampaknya terhadap lingkungan. Selain itu dimungkinkan adanya penggunaan kembali limbah penyepuhan logam perak sehingga dapat lebih bermanfaat.

Berdasarkan permasalahan yang ada di lapangan, maka diajukan sebuah model pembinaan dengan memberdayakan masyarakat pengrajin perak untuk dapat memanfaatkan limbah hasil penyepuhan logam perak secara optimal.

## **B. Proses Pengerjaan Barang Kerajinan Perak Kotagede (Elektroplating)**

Elektroplating didefinisikan sebagai perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik melalui elektrolit sehingga ion logam mengendap pada benda padat konduktif membentuk lapisan logam. Pengendapan terjadi pada benda kerja yang berlaku sebagai katoda. Lapisan logam yang mengendap disebut juga deposit. Sumber arus listrik searah dihubungkan dengan dua buah elektroda, yaitu elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif disebut katoda dan elektroda positif disebut anoda. Benda yang akan dilapisi harus bersifat konduktif atau menghantarkan arus listrik dan berfungsi sebagai katoda, disebut sebagai benda kerja. Pada elektroplating dengan anoda aktif digunakan anoda logam yang mempunyai kemurnian tinggi. Arus

mengalir dari anoda menuju katoda melalui elektrolit (Purwanto & Huda, 2005). Bagan proses elektroplating dapat dilihat pada gambar II.1.

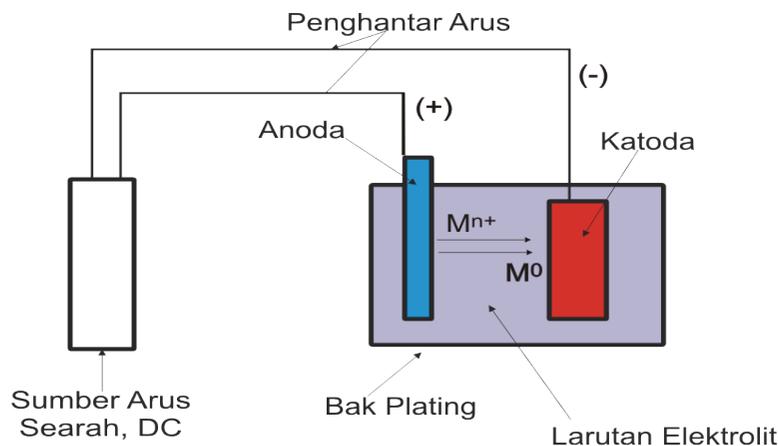
Proses pelapisan pada benda kerja dilakukan pada suatu elektrolit yang mengandung senyawa logam. Untuk meningkatkan hantaran arus dapat ditambahkan asam atau basa. Ion logam ( $M^{n+}$ ) dalam elektrolit yang bermuatan positif menuju benda kerja sebagai katoda yang bermuatan negatif sehingga ion logam  $M^{n+}$  akan tereduksi menjadi logam  $M$  dan mengendap di katoda membentuk lapisan logam (deposit). Reaksinya dituliskan sebagai berikut:



Ion logam dalam elektrolit yang telah tereduksi dan menempel di katoda, posisinya akan diganti oleh anoda logam yang teroksidasi dan larut dalam elektrolit atau dari penambahan larutan senyawa logam. Pada anoda terjadi oksidasi. Reaksinya dituliskan sebagai berikut:



Apabila proses elektroplating berjalan seimbang maka konsentrasi elektrolit akan tetap, anoda makin lama berkurang dan terjadi pengendapan logam yang melapisi katoda sebagai benda kerja.



Gambar II.1. Proses Elektroplating

Secara umum proses pengerjaan barang-barang kerajinan di Kotagede (Syahputra, 2007) adalah sebagai berikut:

a. Pembersihan dan Pengupasan

Pada tahap awal adalah mempersiapkan logam yang akan dilapisi dengan cara pembersihan dan pengupasan. Lemak atau minyak yang menempel dapat dihilangkan dengan pelarut benzen, trikloroetilin, metil klorida,

toluena dan karbon tetraklorida atau larutan alkali yang mengandung natrium karbonat, sianida, borak, sabun atau pembersih lain.

b. Pengasaman

Pengasaman adalah proses penghilangan kerak dan karat dari logam dengan menggunakan larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan asam klorida (HCl).

c. Pencelupan/pelapisan tanpa listrik

Bahan pencelupan atau pelapisan tanpa listrik berfungsi sebagai pengaktivasi benda kerja yang akan diplating atau dilapisi. Bahan-bahan pencelup yang dipakai umumnya adalah larutan asam kuat yaitu HCl dan  $H_2SO_4$ .

d. Elektroplating

Proses pelapisan benda kerja menggunakan listrik.

e. Pembilasan

Pembilasan dapat dilakukan dalam air mengalir atau disemprot untuk menghilangkan sisa larutan elektrolit yang menempel pada benda kerja.

### C. Limbah Elektroplating

Proses elektroplating selain menghasilkan produk yang berguna, menghasilkan pula limbah padat, emisi gas dan cair. Limbah padat berasal dari proses penghilangan kerak, *polishing*, maupun kotoran sisa pada bak elektroplating. Limbah berupa emisi gas pada umumnya berasal dari penguapan larutan elektrolit, solven, uap asam, maupun cairan pembersih. Limbah cair berupa air limbah yang berasal dari pencucian, pembersihan dan proses elektroplating. Air limbah mengandung logam-logam terlarut, solven dan senyawa organik maupun anorganik terlarut lainnya.

Limbah yang dihasilkan proses elektroplating di Kotagede sangat beragam kandungannya tergantung proses platingnya atau pelapisannya. Di Kotagede proses pelapisannya antara lain pelapisan perak, emas, tembaga, nikel dan krom. Proses pelapisan ini menggunakan bahan-bahan kimia antara lain perak, potasium emas sianida, tembaga sianida, tembaga sulfat, nikel klorida, nikel sulfat, asam kromat, natrium karbonat, asam klorida, asam sulfat, asam nitrat, asam fosfat, asam borat, ammonium hidroksida dan natrium hidroksida. Berdasarkan dari bahan-bahan yang digunakan untuk proses elektroplating ini maka dimungkinkan limbah elektroplating khususnya limbah cair mengandung emas, perak, tembaga, nikel, krom,

asam-asam anorganik, senyawa-senyawa sianida dan anion-anion yang dimungkinkan membentuk garam dengan sisa-sisa logam. Pada pelapisan emas dan perak, kadang-kadang pengrajin menggunakan merkuri atau air raksa (Suara Merdeka, 2004). Secara umum efluen dari industri elektroplating yang mungkin dapat terjadi dapat dilihat pada Tabel 1 (World Bank, 1998).

Tabel 1. Efluen dari Industri Elektroplating

<b>Parameter</b>	<b>Jumlah maksimum</b>	<b>Satuan</b>
pH	7-10	-
TSS	25	mg/L
Minyak dan lemak	10	mg/L
Arsen	0,1	mg/L
Kadmium	0,1	mg/L
Krom heksavalen	0,1	mg/L
Krom total	0,5	mg/L
Tembaga	0,5	mg/L
Timbal	0,2	mg/L
Merkuri	0,01	mg/L
Nikel	0,5	mg/L
Perak	0,5	mg/L
Seng	2	mg/L
Logam total	10	mg/L
Sianida bebas	0,2	mg/L
Fluorida	20	mg/L
Trikloroetana	0,05	mg/L
Trikloroetilena	0,05	mg/L
fosfor	5	mg/L

#### **D. PENGOLAHAN LIMBAH CAIR ELEKTROPLATING DENGAN TEKNIK SEDIMENTASI DAN KOAGULASI.**

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara fisis, kimia, elektrokimia maupun biologi. Jenis pengolahan limbah dilakukan tergantung dari karakteristik senyawa-senyawa yang ada pada limbah cair.

Pengolahan limbah yang dilakukan oleh para pengrajin pada umumnya menggunakan metode pengendapan (sedimentasi) dan penggumpalan (koagulasi). Kedua proses ini dilakukan dengan menggunakan kontrol pH. Parameter pH mempengaruhi keberadaan spesies kimia di dalam limbah cair tersebut (Siti Marwati, 2007).

Langkah-langkah pengolahan limbah yang dilakukan oleh para pengrajin secara umum adalah:

- a. Netralisasi limbah cair.

Limbah cair yang bersifat asam dapat dicampur dengan limbah cair yang bersifat basa sehingga terjadi netralisasi. Jika pH limbah masih bersifat asam maka dinetralkan dengan larutan kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dan jika bersifat basa maka dinetralkan dengan penambahan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) atau asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

b. Mengatur pH limbah dengan penambahan larutan kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), soda api ( $\text{NaOH}$ ), dan soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) pada pH 8-10. Untuk tiap 100 L ditambahkan kapur, soda api dan soda abu masing-masing 1-2 kg. Pengukuran pH dikontrol dengan kertas pH.

c. Penambahan koagulan berupa tawas untuk mempercepat terbentuk gumpalan dan endapan. Untuk tiap 100 L ditambahkan tawas 1 kg.

d. Membiarkan pengendapan terjadi selama beberapa hari. Limbah cair yang sudah diendapkan dibuang ke badan air dan endapan yang terbentuk ditimbun di dalam tanah atau ditampung pada *septic tank*.

Pengolahan limbah dengan metode sedimentasi dan koagulasi didasarkan pada prinsip bahwa logam-logam dalam limbah cair elektroplating dapat diendapkan dengan netralisasi menggunakan kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) atau soda api ( $\text{NaOH}$ ). Pengendapan berlangsung pada pH antara 8,5-9,5 (Purwanto & Huda, 2005). Pengendapan dengan hidroksida diharapkan ion logam pengotor terendapkan dalam bentuk hidroksida logam yang selanjutnya dapat dipisahkan dari larutan dalam bentuk *sludge* (lumpur) (Maryeni, 2007). Selain itu pada metode sedimentasi dan koagulasi, partikel-partikel padat dalam bentuk padatan tersuspensi dalam air limbah dapat mengendap secara langsung berdasarkan gaya berat dan ukuran partikel. Ukuran partikel yang kecil sulit mengendap sehingga diperlukan penambahan koagulan seperti tawas, feri sulfat, *Poly Aluminum Chlorida* (PAC) (Said, 2006). Dengan penambahan koagulan partikel-partikel akan menempel pada bak kogulan selanjutnya akan mengalami penggumpalan membentuk partikel-partikel yang besar dan mengendap. Pengaturan pH ini dilakukan dengan penambahan soda atau kapur.

Pengolahan limbah yang dilakukan oleh para pengrajin masih mempunyai beberapa kelemahan. Jika ditinjau dari pH yang digunakan untuk pengendapan yaitu pH 8-10 maka hanya logam-logam tertentu saja yang terendapkan antara lain Cu, Zn, Ni, dan  $\text{Cr}^{3+}$ . Senyawa-senyawa perak (Ag) kurang stabil pada kondisi tersebut sehingga dimungkinkan dapat membentuk kompleks dengan sianida maupun klorida yang tidak

mengendap. Sedangkan senyawa sianida tidak dapat diendapkan secara langsung dengan menggunakan air kapur dan tawas. Senyawa sianida perlu diolah secara khusus melalui reaksi oksidasi menjadi senyawa sianat. Begitu pula dengan  $\text{Cr}^{6+}$  harus direduksi menjadi  $\text{Cr}^{3+}$  terlebih dahulu. Kelemahan yang lain, para pengrajin tidak mengontrol pH limbah yang sudah diolah, karena keasaman limbah terolah yang boleh dibuang ke badan air dengan pH antara 6-8 (Purwanto & Huda, 2005). Jika ditinjau dari endapan yang terkumpul yang ditimbun di tanah atau ditampung di *septic tank*, hal ini dimungkinkan masih menyebabkan pencemaran karena logam-logam maupun spesies kimia lain yang terendapkan dapat merembes terbawa air hujan dan masuk ke sumur warga atau ke badan air. Peninjauan-peninjauan tentang efek dari pembuangan limbah tersebut masih banyak dan memerlukan kesadaran pengrajin maupun masyarakat untuk menciptakan industri yang ramah lingkungan.

#### **E. PENGOLAHAN LIMBAH CAIR ELEKTROPLATING DENGAN TEKNIK PAKAI ULANG (*REUSE*).**

Teknik pengolahan limbah dengan pakai ulang (*reuse*) pada prinsipnya sama dengan proses elektroplating, tetapi larutan elektrolit yang digunakan berupa limbah cair yang berasal dari pencucian, pembersihan dan pembilasan elektroplating. Limbah yang digunakan secara langsung tanpa memberi campuran dengan bahan lain. Sumber arus listrik searah dihubungkan dengan dua buah elektroda, yaitu elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif disebut katoda dan elektroda positif disebut anoda. Benda yang akan dilapisi harus bersifat konduktif atau menghantarkan arus listrik dan berfungsi sebagai katoda, disebut sebagai benda kerja dalam hal ini berupa logam yang akan dilapisi perak. Pada elektroplating dengan anoda aktif digunakan anoda logam yang mempunyai kemurnian tinggi dalam hal ini berupa logam platina. Oleh karena di anoda berupa logam yang memiliki sifat konduktor, maka larutan limbah menuju katoda dan menempel pada logam besi.

Keuntungan dari penggunaan teknik reuse selain bernilai ekonomis, yaitu pemanfaatan kembali limbah sehingga diperoleh hasil yang sama dengan proses elektroplating, juga dapat mengurangi kadar logam berat bila limbah dibuang ke lingkungan sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

## F. PENUTUP

Industri elektroplating merupakan industri yang sangat potensial mencemari lingkungan karena menghasilkan limbah yang mengandung bahan-bahan kimia berbahaya. Pencemaran lingkungan dapat dicegah melalui pengelolaan dan pemanfaatan limbah yang baik. Pengelolaan dengan *reuse* selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan, juga bernilai ekonomis. Perlu dilakukan penelitian untuk mengoptimalkan pengolahan limbah agar tercipta industri yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis.

## G. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2004). *Kotagede Terancam Minamata*. Suara Merdeka Terbit Tanggal 20 Oktober 2004
- Benny Syahputra, (2007). *Pemanfaatan Algae Chlorella pyrenoidosa untuk Menurunkan Tembaga (Cu) pada Industri Pelapisan Logam*. (<http://bennysyah.edublogs.org/files/2007/04/jurnal-algae-1.doc>). Diakses tanggal 6 Agustus 2007.
- <http://www.menlh.go.id/usaha-kecil/>
- Maryeni, Y., (2007). *Pengolahan Limbah Elektroplating Industri Kecil dengan Metode Presipitasi sebagai Hidroksida Logam (Recovery dan Reuse Logam Kromium Heksavalen)*. Thesis. Bandung: Teknik Lingkungan ITB
- Purwanto & Syamsul Huda, (2005) *Teknologi Industri Elektroplating*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Said, N.I. (2006). *Pengolahan Air Limbah Industri Pelapisan Logam*. Kumpulan Artikel Kelompok Teknologi Pengolahan air Bersih dan Limbah Cair. Jakarta: BPPT.
- Siti Marwati, (2007). *Kajian tentang Pengolahan Limbah Cair Elektroplating secara Sedimentasi dan Koagulasi Di Sentra Kerajinan Perak Kotagede*, Prosiding Seminar Nasional Kimia Oktober 2007. Yogyakarta: FMIPA UNY
- World Bank. (1998). *Pollution Prevention and Abatement: Electroplating Industry*. Draft Technical Background Document. Environment Dep. Washington DC.