

PENGGUNAAN LARUTAN ALKALI TANPA CYANIDA SEBAGAI PENGANTI LARUTAN ALKALI CYANIDA PADA PROSES PELAPISAN LOGAM

(THE USED OF ALKALI WITHOUT CYANIDE AS SUBSTITUTION WITH
ALKALI CYANIDE IN THE ELECTROPLATING METAL PROCESS)

Hafid¹, Azhar A. Saleh¹, dan Kosasih¹

¹Balai Besar Logam Mesin (BBLM), Bandung 40135
Kementerian Perindustrian
hafidochan@yahoo.com

ABSTRAK

Masalah terletak pada pelapisan seng di Indonesia banyak menggunakan larutan alkali cyanida yang sangat beracun dan membahayakan lingkungan. Tujuan pelapisan logam adalah untuk melindungi logam dasar dari serangan korosi, memberikan tampak rupa yang lebih baik dan meningkatkan sifat-sifat fisik yang lebih baik dari bahan dasar tersebut. Metode pelapisannya dilakukan menggunakan larutan alkali tanpa cyanida dengan memvariasikan rapat arus, waktu pelapisan dan suhu serta untuk pertimbangan ekonomis dibahas perhitungan biaya produksi dan biaya pengolahan limbah larutan. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa biaya produksi untuk larutan alkali tanpa cyanida lebih rendah dibandingkan dengan larutan alkali cyanida, pencemaran menjadi rendah, mutu lapisan menjadi baik, ketahanan korosi serta ramah lingkungan.

Kata kunci : pelapisan logam, seng, cyanida, limbah atau cemaran

ABSTRACT

The problem was arises on the zinc electroplating in Indonesia uses cyanide alkali which contains toxic compounds and make dangerous of environment. The electroplating metal goal usually is to protect based metal of corrosion attack, good better performance and increased of physical of based material. The plating method used alkali condensation without cyanide with current density variation of plating time and temperature and also for economical aspect consideration of calculation of production cost and processing waste. Based on the results know that production cost for the alkali without cyanide more decreasing with alkali cyanide, pollution decreasing, quality of plating to be better, resistance of corrosion and friendly environment.

Keywords : electroplating, zinc, cyanide, pollution

PENDAHULUAN

Pelapisan seng merupakan lapisan yang sangat banyak digunakan, karena mempunyai keistimewaan, yaitu sebagai lapisan anoda korban (*sacrificial anode*) dan lapisan ini dapat dikonversikan dengan lapisan lain seperti lapisan chroma, phosphate dan lain-lain.

Pelapisan seng secara listrik dapat dilakukan dengan larutan alkali dan larutan asam. larutan alkali terbagi dua, yaitu : larutan alkali cyanida dan larutan alkali tanpa cyanida, sedangkan larutan asam terdiri dari larutan asam kuat dan larutan asam lemah.

Dengan adanya program pemerintah yaitu industri ramah lingkungan atau program produksi bersih, maka saat ini perusahaan menemui kendala yang cukup besar, karena dalam proses pelapisan masih banyak menggunakan larutan yang tidak ramah lingkungan, yaitu larutan alkali cyanida.

Walaupun larutan alkali cyanida mempunyai keuntungan yaitu mudah dikontrol dalam perawatannya, tetapi sangat beracun. Sehingga dianjurkan untuk tidak menggunakannya, sedangkan larutan jenis asam sangat korosif, sehingga akan berpengaruh sekali terhadap peralatan produksi.

Untuk mengatasi hal tersebut di atas, maka dilakukanlah penelitian untuk menggunakan larutan alkali tanpa cyanida yang tidak begitu beracun dan korosif, jika dibandingkan dengan larutan cyanida dan pada proses asam, meskipun memerlukan pengontrolan secara kontinyu.

Ditinjau dari sistem proses produksi baik larutan alkali cyanida maupun larutan alkali tanpa cyanida tidak ada perbedaan yang cukup berarti, karena berproduksi sesuai dengan standard dan tata kerja yang lazim dilakukan pada proses pelapisan.

Begitu pula dalam perhitungan biaya produksi dan keuntungan perusahaan, masih dalam keadaan yang wajar, tetapi dalam penggunaan bahan dan pencemaran lingkungan, maka larutan alkali tanpa cyanida lebih menguntungkan sehingga biaya produksi akan lebih rendah.

Maksud dan tujuan penelitian proses pelapisan seng menggunakan larutan alkali tanpa cyanida adalah : (1) mengurangi cemaran sesuai dengan peraturan pemerintah tentang produksi bersih/ramah lingkungan, (2) mengurangi biaya produksi dan meningkatkan keuntungan, (3) meningkatkan kualitas produk sesuai standar (4) mensosialisasikan pada karyawan proses yang berkaitan dengan proses produksi ramah lingkungan.

Pelapisan secara listrik adalah suatu proses pengendapan atau dekomposisi suatu logam pelapis di atas logam lain dengan cara prinsip elektrolisa.

Pada karakternya proses pelapisan secara listrik adalah merupakan rangkaian dari sumber arus listrik, elektrolit, anoda dan katoda yang tersusun sedemikian rupa sehingga membuat suatu sistem proses pelapisan secara listrik.

Proses pelapisan seng secara listrik merupakan salah satu cara untuk melindungi logam dasar terhadap serangan korosi dan memberikan tampak rupa yang lebih indah.

Baja yang dilindungi dengan lapisan seng mempunyai beberapa keuntungan

dibandingkan dengan yang tidak dilindungi/dilapis, karena logam seng lebih anodik sehingga mudah teroksidasi dan akan terlebih dahulu rusak dibandingkan dari logam dasarnya (baja).

Dalam proses pembentukan lapis seng pada baja terdapat dua aspek yang harus dikontrol yaitu kecepatan pengintian endapan dan kecepatan pertumbuhan endapan.

BAHAN DAN METODE

Pelapisan Seng Dengan Larutan Alkali Cyanida

Proses pelapisan seng dengan larutan alkali cyanida dilakukan sesuai dengan langkah-langkah sistem produksi yang lazim dilaksanakan pelapisan seng secara listrik yaitu :

1. Pengerjaan pendahuluan

Hanya dilakukan proses pengerjaan pencucian lemak dan pembersih oksida atau proses penetralisir lemak-lemak yang terbawa oleh produk. Pada proses pencucian lemak dilakukan dengan cara merendam produk dalam larutan dengan komposisi dan kondisi operasi sebagai berikut :

Komposisi larutan untuk ukuran bak 70 x 30 x 50 cm atau 100 liter :

- Caustik soda (NaOH) : 50 gr/l
- Sodium carbonat (Na_2CO_3) : 50 gr/l
- Sodium metasilikat (Na_4SiO_4) : 5 gr/l
- *Surfactant* : 2 ml/l

Kondisi Operasi :

- Suhu : 60-70 °C
- Waktu operasi : 15-30 menit

Produk yang sudah dicuci dalam larutan pencuci lemak, kemudian dibilas dengan air bersih dilanjutkan ke proses pembersihan dengan larutan asam yang komposisi dan kondisi operasinya seperti berikut ini :

Komposisi larutan untuk ukuran bak 70x30x50 cm atau 100 liter :

- Asam chlorida (HCl) : 15% x volume

Kondisi Operasi :

- Suhu : suhu kamar
- Waktu operasi : 15 menit

Setelah proses pencucian dengan asam chlorida selesai lalu produk dibilas dengan air dan selanjutnya dilakukan proses pelapisan seng, dimana benda kerja (produk) dimasukkan kedalam larutan pelapisan seng dengan posisi sebagai elektroda negatif (katoda).

Penggunaan asam chlorida sebagai larutan pencuci mempunyai beberapa keuntungan : permukaan yang dihasilkan berwarna kelabu muda dan merata, efektifitas proses pencucian tetap sampai konsentrasi Fe dalam larutan mencapai 13 %, dilakukan pada suhu rendah, mudah dibilas dan lebih aman, kemungkinan terjadinya *over pickling* kecil serta daya lekat tinggi dan tidak kasar.

2. Proses pelapisan seng :

Pelaksanaannya dilakukan dalam bak yang berukuran 70x30x50 cm atau 100 liter. Pelapisannya menggunakan larutan alkali cyanida dengan komposisi dan kondisi kerja sebagai berikut :

Komposisi larutan seng :

- Zinc oksid (ZnO) : 35 gr/l
- Sodium cyanida (Na CN) : 75 gr/l
- Caustik soda (NaOH) : 50 gr/l
- *Zinc brightener* : 10 ml/l
- *Zinc purifier* : 5 ml/l
- Anoda zinc murni : 2 batang

Kondisi Operasi :

- Rapat arus : 2,5 A/dm²
- Suhu : 30-40 °C
- Waktu pelapisan : 30 menit

3. Pengerjaan akhir :

a. Proses pengaktifan seng :

Sebelum lapisan seng dipasifkan dengan proses *chromating*, lapisan tersebut diaktifkan terlebih dahulu, sehingga nantinya lapisan seng tersebut dapat bereaksi dengan larutan chroma dan membentuk lapisan seng chroma.

Untuk proses ini benda kerja

dicelupkan kedalam larutan asam nitrat dengan komposisi dan kondisi kerja sebagai berikut :

Komposisi larutan :

Asam nitrat (HNO₃) : 0,5% x volume

Kondisi operasi :

- Bak ukuran 70x30x50 cm/100 liter.
- Suhu : suhu kamar
- Waktu proses : 5-10 detik

Setelah proses pengaktifan permukaan lapisan seng selesai, benda kerja dibilas dan selanjutnya dilakukan proses *chromating*.

b. Proses pelapisan chroma :

Adalah suatu pengerjaan akhir untuk mempasifkan lapisan seng dengan cara membentuk lapisan tipis chroma di atas lapisan seng, sehingga lapisan seng akan lebih kuat, rapi dan lebih indah.

Proses chroma yang dilakukan disini adalah proses pelapisan *blue chroma* yaitu mencelup lapisan seng kedalam larutan *blue chroma* dengan komposisi dan kondisi sebagai berikut:

Komposisi larutan :

- *Blue chroma* : 8 gr/l
- Asam nitrat (HNO₃) : 12 ml/l

Kondisi operasi :

- Bak ukuran : 70x30x50 cm/100 liter
- Suhu : suhu kamar
- Waktu proses : 10 menit

Setelah proses pelapisan chroma selesai, benda kerja dibilas dengan air panas dan diteruskan dengan air dingin. Tujuan pembilasan dengan air panas adalah untuk menghilangkan bahan-bahan kimia dari chroma yang menempel dan memberikan tampak rupa yang lebih cemerlang lalu setelah itu benda kerja dikeringkan.

c. Pengerjaan pengeringan :

Bertujuan untuk menghilangkan air yang menempel pada benda kerja, sehingga tidak mempengaruhi tampak rupa lapisan. Proses pengerjaan pengeringan ini dilakukan dengan cara menjemurkan benda kerja terhadap panasnya matahari. Oleh karena pembilasan dilakukan dengan air panas

dan diteruskan dengan air dingin, maka waktu proses pengeringan tidak terlalu lama yaitu berkisar antara 20-30 menit.

4. Data-data kondisi lapisan :

Dari data yang ada dan hasil pengamatan secara visual terhadap hasil yang didapatkan dari larutan cyanida ini cukup baik dan rata-rata dari setiap kali produksi tidak mengalami kegagalan.

Begitu pula mengenai ketebalan lapisan yang terbentuk dengan kondisi operasi, waktu pelapisan 30 menit, suhu operasi 30-40°C, rapat arus 2,5 A/dm² didapat ketebalan lapisan antara 25-30 mikron.

Sedangkan daya lekat lapisan cukup baik, karena daya lekat lapisan tergantung pada pengerjaan pendahuluan/persiapan, apabila pekerjaan persiapan baik, maka daya lekat akan baik.

Selain dipengaruhi kesempurnaan pekerjaan persiapan, daya lekat akan dipengaruhi juga oleh suhu operasi, sehingga suhu operasi dilakukan antara 30-40°C.

Oleh karena kesempurnaan lapisan cukup baik, maka ketahanan korosi lapisan jenis larutan cyanida ini cukup baik, sebab seperti diketahui daya tahan korosi sebenarnya tidak dipengaruhi oleh jenis larutan, tetapi dipengaruhi oleh kondisi operasi, sehingga kondisi operasi harus benar-benar sesuai.

Pelapisan Seng Dengan Larutan Alkali Tanpa Cyanida

Untuk pekerjaan persiapan dan pengerjaan akhir, pada keadaan dengan larutan alkali cyanida dan larutan alkali tanpa cyanida tidak mengalami perubahan, karena untuk proses pengerjaan tersebut telah memenuhi persyaratan sistem produksi dalam teknik produksi bersih maupun bila ditinjau dari segi biaya produksinya, sehingga dalam bagian ini tidak dijelaskan kembali, karena sudah terkover semuanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pelapisan Logam

Sistem produksi proses pelapisan seng telah digunakan larutan alkali tanpa cyanida, sehingga komposisi larutan dan kondisi operasinya berbeda dengan larutan cyanida. Sehingga larutan alkali tanpa cyanida banyak memberikan keuntungan dibandingkan larutan larutan cyanida maupun larutan jenis asam lainnya. Keuntungan-keuntungannya adalah baik dari segi biaya produksi, cemaran/ lingkungan, pengolahan limbah maupun hasil dari lapisannya.

Komposisi larutan dan kondisi operasi dari larutan alkali tanpa cyanida yang merupakan bagian sistem proses pelapisan yang diteliti adalah sebagai berikut :

Komposisi larutan :

- Zinc oksid (ZnO) : 30 gr/l
- Caustik soda (NaOH) : 115 gr/l
- Brightener Zn : 5 ml/l
- Anoda zinc : 2 batang

Kondisi Operasi :

- Ukuran bak : 70x30x50cm (100 liter)
- Rapat arus : 2,5 A/dm²
- Suhu : suhu kamar
- Waktu operasi : 30 menit

Setelah dilakukan *tray run* untuk proses pelapisan seng dengan larutan alkali tanpa cyanida dan agar didapat hasil lapisan yang meyakinkan terutama terhadap sifat-sifat lapisan, maka dilakukan uji lapisan.

a. Pengujian tampak rupa (visual)

Dilakukan dengan cara membandingkan hasil lapisan dengan hasil yang dihasilkan dari cyanida. Dari hasil uji tersebut didapat data-data seperti dijelaskan pada **Tabel 1**.

b. Uji ketebalan lapisan :

Dilakukan sebanyak lima titik dari setiap lapisan yang dihasilkan sesuai dengan standar ASTM B-24. Dari pelaksanaan pengujian ketebalan didapat hasilnya seperti dijelaskan pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Hasil uji tampak rupa (visual)

No Kode	Suhu (°C)	Waktu Operasi (menit)	Rapat Arus (A/dm ²)	Hasil Lapisan
1.A	30	30	2,5	Baik
2.A	30	30	2,5	Baik
3.A	30	30	2,5	Baik
1.B	35	30	2,5	Baik
2.B	35	30	2,5	Baik
3.B	35	30	2,5	Baik
1.C	40	30	2,5	Kurang Baik
2.C	40	30	2,5	Kurang Baik
3.C	40	30	2,5	Kurang Baik

Tabel 2. Hasil uji ketebalan lapisan

No Kode	Suhu (°C)	Waktu Operasi (menit)	Rapat Arus (A/dm ²)	Tebal lapisan (mikron)					Rata-rata
				1	2	3	4	5	
1.A	30	30	2,5	25	27	27	26	28	26,6
2.A	30	30	2,5	30	28	26	28	27	27,8
3.A	30	30	2,5	28	25	27	28	28	27,8
1.B	35	30	2,5	28	30	30	29	29	29,2
2.B	35	30	2,5	30	29	29	30	29	29,4
3.B	35	30	2,5	29	28	29	29	30	29,2
1.C	40	30	2,5	28	28	29	29	30	28,8
2.C	40	30	2,5	29	27	28	27	29	28,0
3.C	40	30	2,5	27	30	28	27	28	28,0

Tabel 3. Hasil daya lekat lapisan seng

No Kode	Suhu (°C)	Waktu Operasi (menit)	Rapat Arus (A/dm ²)	Hasil Lapisan
1.A	30	30	2,5	Baik
2.A	30	30	2,5	Baik
3.A	30	30	2,5	Baik
1.B	35	30	2,5	Baik
2.B	35	30	2,5	Baik
3.B	35	30	2,5	Baik
1.C	40	30	2,5	Kurang Baik
2.C	40	30	2,5	Kurang Baik
3.C	40	30	2,5	Kurang Baik

c. Uji daya lekat lapisan :

Dengan cara membengkokkan benda kerja yang sudah dilapis seng hingga membentuk sudut 180 °C sesuai standar ASTM B-571.

Ternyata hingga sudut demikian lapisan tidak mengelupas, maka lapisan tersebut dinyatakan daya lekatnya baik. Hal ini ternyata terbentuknya butir-butir yang halus, sehingga membuat ikatan yang

kuat antara logam pelapis dengan benda kerja.

Data-data dari hasil pengujian daya lekat lapisan seng dengan larutan alkali non cyanida dapat dilihat pada **Tabel 3**.

d. Uji daya ketahanan korosi :

Dilakukan dengan cara semprot kabut garam sesuai dengan standard ASTM B-117-90 dengan komposisi larutan dan kondisi uji sebagai berikut:

- Sodium chlorida (NaCL) : 5%
- Suhu : 35 °C
- Tekanan : 1,3 Bar (103 Kpa)
- Lama pengujian : 36 jam
- Luas permukaan yang kontak : 20 cm²
- Satuan korosi : mdd

Beberapa hasil dari pengujian daya tahan korosi yang dilakukan sesuai standar tersebut di atas dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil uji daya tahan korosi lapisan seng

No Kode	Berat Awal (Gram)	Berak Akhir (Gram)	Selisih Berat (Gram)	Lapisan Korosi (mdd)
1.A	13,5020	13,4656	0,0364	32,7
2.A	13,4950	13,4636	0,0054	29,80
3.A	13,5150	13,4840	0,0310	27,82
1.B	13,4193	13,3916	0,0277	24,86
2.B	13,4550	13,4356	0,0194	20,41
3.B	13,2730	13,2530	0,0200	18,90
1.C	13,5530	13,5250	0,0050	16,67
2.C	13,4450	13,4450	0,0020	6,670
3.C	13,4960	13,4960	0,0010	3,330

Ekonomi

1. Sistem Produksi

Bila ditinjau dari proses pelapisan, pelapisan dengan menggunakan larutan alkali tanpa cyanida tidak ada perbedaan yang mencolok dengan larutan alkali cyanida, tetapi dalam penggunaan bahan larutan alkali tanpa cyanida lebih ekonomis dan tidak banyak variasi.

Proses pelapisan dengan menggunakan larutan alkali tanpa cyanida, ternyata cukup memberikan hasil yang baik, bila dilihat dari hasil uji lapisan, seperti uji tampak rupa, uji daya lekat, uji ketebalan lapisan dan uji ketahanan korosi, sehingga cukup memberikan prospek yang baik bila diterapkan.

Hal ini mengingat keuntungan-keuntungan yang di dapat bila menggunakan larutan alkali tanpa cyanida, yaitu :

- Proses *waste water* tidak rumit dan pengaruh terhadap lingkungan rendah.
- Mendapatkan lapisan dasar mutu tinggi.
- Efisiensi dan biaya operasi rendah.
- Tidak membutuhkan peralatan yang khusus.
- Keseimbangan dan kestabilan larutan akan terjamin.
- Proses pengerjaan dan kontrol larutan lebih mudah.

2. Biaya produksi

Dalam pembahasan mengenai biaya

produksi, maka untuk kedua pekerjaan persiapan dan pekerjaan akhir hanya dibahas pada keadaan produksi menggunakan larutan alkali cyanida, sedangkan pada biaya produksi dengan menggunakan larutan alkali tanpa cyanida tidak dibahas, karena sistem, bahan maupun kondisi operasinya sama, begitu pula mengenai jam kerja orang.

Biaya produksi disini baik biaya produksi untuk pekerjaan persiapan, proses pelapisan dan pengerjaan akhir, hanya dihitung biaya untuk pengadaan bahan kimia untuk larutan, sedangkan biaya listrik, air, pemanas dan lain-lain tidak dihitung, karena kondisi operasinya sama.

a. Pekerjaan pendahuan/persiapan

Mencakup 2 (dua) pekerjaan, yaitu: pencucian lemak dan pembersihan oksida (asam) yang masing-masing menggunakan bahan dan kondisi operasi yang berbeda. Dengan menggunakan larutan sebanyak 100 liter dan bahan kimia jenis alkali, maka biaya larutan untuk cuci lemak adalah sebagai berikut:

- Caustik soda : $50 \text{ gr/lit} \times 100 \text{ lit} \times \text{Rp}6.000/\text{kg} = \text{Rp} 30.000$
- Sodium karbonat : $50 \text{ gr/lit} \times 100 \text{ lit} \times \text{Rp}4.000/\text{kg} = \text{Rp}20.000$
- Sodium metasilikat : $5 \text{ gr/lit} \times 100 \text{ lit} \times \text{Rp}18.000/\text{kg} = \text{Rp} 9.000$
- *Surfactant* : $2 \text{ ml/lit} \times 100 \text{ lit} \times \text{Rp}15.000/\text{kg} = \text{Rp} 3.000 +$
 $\text{Jumlah} = \text{Rp} 62.000$

Sedangkan biaya untuk pembersihan soda (asam) yang berkapasitas sama, yaitu : 100 liter dengan menggunakan bahan kimia asam chlorida, maka biaya larutannya adalah sebagai berikut:

- Asam chlorida : $15\% \times 100 \text{ lit} \times \text{Rp} 2.000/\text{lit} = \text{Rp} 30.000$

Maka biaya bahan untuk pekerjaan persiapan adalah Rp102.000

Oleh karena proses pengerjaan persiapan untuk kedua sistem baik larutan alkali cyanida maupun alkali non cyanida adalah sama dalam penggunaan bahan kimia dan jumlah larutannya, maka dalam perhitungan biaya larutan pengerjaan persiapan untuk sistem dengan larutan alkali non cyanida tidak dihitung kembali tetapi cukup dengan berpedoman pada biaya dengan sistem alkali cyanida.

b. Proses pelapisan seng

Dengan menggunakan bahan kimia seperti yang tercantum pada proses pelapisan seng, maka biaya larutan untuk lapisan seng larutan alkali cyanida dengan kapasitas larutan 100 liter adalah sebagai berikut:

- Zinc oksid : 35 gr/lit x 100 lit x Rp 25.000/kg = Rp 87.500
- Sodium cyanida : 75 gr/lit x 100 lit x Rp 45.000/kg = Rp 337.500
- Caustik soda : 50 gr/lit x 100 lit x Rp 6.000/kg = Rp 30.000
- *Brightener* : 10 ml/lit x 100 lit x Rp 45.000/lit = Rp 45.000
- Zinc purifair : 5 ml/lit x 100 lit x Rp 50.000/lit = Rp 22.500
- Anoda zinc : 2 btg x Rp 350.000/btg = Rp 700.000+

Jumlah = Rp 1.225.000

Sedangkan untuk larutan seng alkali non cyanida dengan kapasitas yang sama yaitu 100 liter dan menggunakan bahan kimia seperti tercantum pada proses pelapisan seng adalah sebagai berikut:

- Zinc oksid : 30 gr/lit x 100 lit x Rp 25.000/kg = Rp 75.000
 - Caustik soda : 115 gr/lit x 100 lit x Rp 6.000/kg = Rp 69.000
 - *Brightener* : 5 ml/lit x 100 lit x Rp 45.000/lit = Rp 22.500
 - Anoda zinc : 2 btg x Rp 350.000/btg = Rp 700.000+
- Jumlah = Rp 816.500

Dari perhitungan biaya larutan untuk proses pelapisan kedua sistem tersebut, ternyata perbedaannya cukup besar,

dimana larutan alkali tanpa cyanida lebih rendah atau ekonomis bila dibandingkan dengan larutan alkali cyanida, sehingga bila diterapkan pada industri akan memberikan keuntungan.

c. Pengerjaan akhir

Yang dilakukan dari kedua sistem proses produksi tersebut di atas yang menggunakan larutan bahan kimia adalah pengerjaan *activating* dan *chromating*, sedangkan pengerjaan pengeringan tidak memerlukan biaya, karena dilakukan dengan memanfaatkan panasnya sinar matahari.

Biaya larutan *activating* yang berkapasitas 30 liter dengan menggunakan asam nitrat adalah sebagai berikut:

- Asam nitrat : 0,5% x 30 lit x Rp 4.000/lit = Rp 600.

Sedangkan biaya larutan untuk proses *chromating* yang menggunakan larutan blue chromat dan asam nitrat dengan kapasitas larutan 30 liter adalah sebagai berikut:

- Blue chromat : 8 gr/lit x 30 lit x Rp 35.000/kg = Rp 840.000
 - Asam nitrat : 12 ml/lit x 30 lit x Rp 4.000/lit = Rp 144.000+
- Jumlah = Rp 984.000

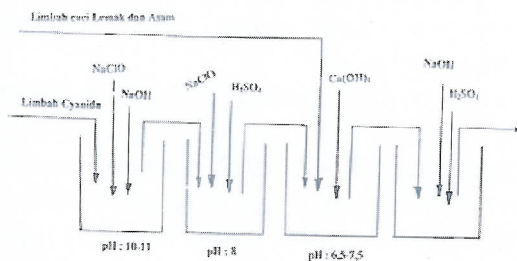
Jadi biaya larutan untuk pengerjaan akhir baik untuk proses yang menggunakan larutan alkali cyanida maupun yang menggunakan larutan alkali non cyanida adalah sama yaitu Rp 10.440.

3. Tindakan Produksi Bersih

a. Sistem proses larutan alkali cyanida

Pengolahan limbah pada larutan proses ini dilakukan dengan sistem 2 (dua) jalur, yaitu : (1) pengolahan limbah dari proses pengerjaan persiapan dan pengerjaan akhir, (2) pengolahan limbah larutan cyanida dari proses pelapisan dengan tujuan untuk mereduksi gas cyanida, setelah gas cyanida tereduksi, maka kedua limbah tersebut disatukan.

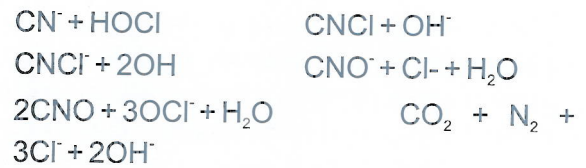
Untuk lebih jelasnya pada **Gambar 1** dijelaskan aliran proses pengolahan limbah dari proses pelapisan dengan menggunakan larutan alkali cyanida.



Gambar 1. Aliran proses pengolahan limbah sistem larutan alkali cyanida

Pengolahan limbah untuk limbah pengerjaan persiapan tidak begitu bermasalah, karena cukup mereaksi limbah tersebut dengan kapur (*calcium hydroksida*) atau caustik soda dan asam sulfat, sebab dengan tereaksinya limbah tersebut dengan bahan seperti kapur atau caustik soda dan asam, maka limbah sudah akan menjadi netral.

Sedangkan untuk pengolahan limbah cyanida relatif kompleks dan memerlukan lebih dari satu tahapan. Prinsip pengolahannya adalah merusak atau mengoksidasi cyanida dengan sodium *hydrochlorida* menjadi cyanida chlor aktif, hingga cyanida teroksidasi menjadi CNO dan akhirnya menjadi CO₂ dan N₂. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Apabila ditinjau dari biaya pengolahan limbah sesuai bahan kimia yang digunakan, maka dapat dihitung seperti berikut :

- Kapur (*calcium hydroksida*) :
5 gr/l x 1 ltr x Rp. 4.000 = Rp 20
- Asam sulfat :
5 gr/l x 1 ltr x Rp. 2.000 = Rp. 10
- Sodium hydrochlorida :
10 gr/l x 1 ltr x Rp. 20.000 = Rp. 200 +
Jumlah = Rp. 230

Dari tahapan maupun reaksi yang terjadi terlihat memerlukan waktu cukup lama, maka bila ditinjau dari segi biaya maupun proses pengolahan limbah, hal ini cukup memberatkan perusahaan, karena bisa meningkatkan biaya produksi yang akhirnya meningkatkan pula harga jual yang cukup berat untuk bersaing dipasaran.

b. Pada sistem proses larutan alkali tanpa cyanida :

Pengolahan limbah pada proses larutan alkali cyanida cukup efisien, karena dilakukan secara terpadu dengan pengolahan limbah dari limbah pengerjaan persiapan dan akhir.

Yang dimaksud dengan pengolahan limbah secara terpadu adalah limbah buangan dari pekerjaan persiapan dan akhir dapat disatukan dengan limbah buangan dari proses pelapisan, kemudian diolah secara terpadu dengan mereaksikannya dengan bahan-bahan kimia seperti kapur (*calcium hydroksida*) atau caustik soda dan asam sulfat, setelah itu limbah langsung dapat dinetralisir hingga pH menjadi 6,5-7,5.

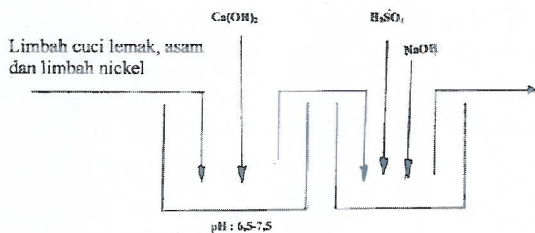
Dengan demikian, bila dilihat dari segi biaya, efisiensi dan proses, maka

pengolahan limbah dari sistem ini sangat menguntungkan disamping itu cemaran yang terjadi juga cukup rendah, karena bahan-bahan yang digunakan cukup akrab lingkungan.

Sebagai gambaran biaya pengolahan limbah sesuai bahan kimia yang digunakan dapat dihitung sebagai berikut:

- Kapur (*calcium hidroksida*):
 $5 \text{ gr/l} \times 1 \text{ ltr} \times \text{Rp. } 4.000 = \text{Rp. } 20$
- Asam sulfat:
 $5 \text{ gr/l} \times 1 \text{ ltr} \times \text{Rp. } 2.000 = \text{Rp. } 10 +$
 Jumlah = Rp 30

Sebagai gambaran untuk lebih jelasnya pada **Gambar 2** dijelaskan aliran proses pengolahan limbah lapis seng larutan alkali tanpa cyanida secara terpadu disini tampak aliran hanya satu jalur.



Gambar 2. Aliran proses pengolahan limbah lapis seng larutan alkali non cyanida

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari uraian di atas:

1. Proses pelapisan menggunakan larutan alkali cyanida, penggunaan bahan lebih ekonomis, tidak banyak variabel. Sehingga sangat menguntungkan bila ditinjau dari biaya penggunaan bahan.
2. Proses pengolahan air limbah (*waste water treatment*) tidak rumit, biaya rendah dan pengaruh cemaran terhadap lingkungan rendah (tidak berbahaya).

3. Dari akumulasi biaya produksi yang dikaitkan dengan biaya pengolahan air limbah, maka proses pelapisan dengan larutan alkali tanpa cyanida lebih rendah.
4. Hasil pengujian terhadap beberapa variabel lapisan, ternyata hasil lapisan yang menggunakan larutan alkali tanpa cyanida, menghasilkan lapisan yang bermutu tinggi (baik) halus.
5. Oleh karena komposisi larutan alkali tanpa cyanida tidak banyak bervariasi, maka pengolahan limbah cairnya tidak memerlukan peralatan khusus dan pengolahannya sangat mudah dan tidak rumit.
6. Kestabilan larutan alkali tanpa cyanida lebih terjamin dan pengontrolan larutan lebih mudah, sehingga dapat meningkatkan daya saing.

Saran

Saran tindak lanjut atas kesimpulan di atas:

Perlu adanya sosialisasi kepada para karyawan perusahaan pelapisan logam untuk tidak menggunakan bahan berbahaya dan beracun seperti cyanida agar hasil produksinya bersih dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar A. Saleh. 2000. *"Teknik Pelapisan Nickel Chromium"*. Balai Besar Logam dan Mesin, Bandung.
- ASTM B-117-90. 2003 *"Methode of Salt Spray Testing"*.
- ASTM B-530-75. 2005. *"Measurement of Coating Thickness Bay The Magnetin Mehode"*.
- ASTM B-571-79. 2006. *"Adhesion of Metallic Coating"*.
- Canning W. 2006. *"The Canning Handbook On Electroplating"*. Limited, Gt. Hamton St B 186AS.

- Frederick A. Lowenheim. 2006. *"Electroplating"*. Sponsored by The American Electroplaters, New York.
- Frank Atmayer. 2003. *"Pollution Prevention Metal Finishing and Electroplating Processes"*.
- Graham. 2008. *"Electroplating Engineering Hand Book"*.
- JIS H 8617. 2000. *"Electroplated Coating of Nickel and Chromium"*.
- Jim Mille. 2006. *"Basic Principles In Waste Treatment of Metal Finishing and Electroplating Processes"*.
- Kawasaki, Motoo. 2000, *"Practical Electroplating Finishing"* Publication Ltd, Tokyo.
- Lowenheim, FA. 2005. *"Modern Electroplating"*. John Wiley Sons Inc. London.
- Lawenhen, FA. 2003. *"Modern Electroplating"*. John Wiley Sons. Inc. London.
- Nobuyuki, Hata. 2005. *"Standard and Testing Methode of Electroplating"*. Sanshi Filter Mfg.Co.Ltd.