

PENURUNAN KADAR SIANIDA DENGAN PENGOLAHAN SISTIM OKSIDASI PADA INDUSTRI PELAPISAN LOGAM

Oleh :

Siti Agustina, Emmy Ratnawati *)

Abstract

It's common that the waste water from electroplating industry contains heavy metals such as cyanide. Based on this research, reduction of cyanide content from electroplating waste water is conducted by CN and CNO oxidations with sodium hypochlorite as an oxidator. The result of this research shown that the optimum condition for CN oxidations is on pH 10.5, reaction time 6 minutes which resulting CN reduction 98,6%, while the CNO oxidations is on pH 8.0, reaction time 15 minutes. By process of oxidations, coagulations, sedimentations and filtrations the CN content from electroplating waste water can be reduced from 30 mg/l to 0.004 mg/l to fulfill waste water quality standard for electroplating industry maximum 0.05 mg/l.

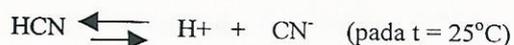
I. Pendahuluan

Industri pelapisan logam merupakan industri yang mempunyai peranan yang cukup strategis baik dilihat dari aspek sosial maupun aspek teknis. Dengan berkembangnya industri pelapisan logam selain mempunyai dampak positif bagi ekonomi masyarakat dan devisa negara, juga memberikan dampak negatif yaitu masalah pencemaran yang diakibatkan oleh limbah yang tidak dikelola secara baik dan benar. Air limbah industri pelapisan logam umumnya banyak mengandung logam-logam berat, diantaranya adalah sianida. Logam ini sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, karena apabila logam sianida terkonsumsi manusia akan menyebabkan diare, sesak

nafas dan dapat menyebabkan kematian. Mengingat sangat bahayanya logam sianida terhadap lingkungan, maka pengolahan limbah cair yang mengandung logam tersebut harus dilakukan secara efektif.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Senyawa sianida digunakan dalam pelapisan logam atau "electroplating" untuk mengeraskan logam pelapis (*hardening*) dan untuk mengurangi porositas permukaan logam pelapis. Pada kondisi asam sianida akan terhidrolisa membentuk senyawa toksik, yaitu HCN dengan keseimbangan reaksi sebagai berikut :



$$K_a = 7,2 \cdot 10^{-10} = \frac{[\text{H}^+][\text{N}^-]}{[\text{HCN}]}$$

*) Staf Peneliti
Balai Penelitian Pupuk dan Petrokimia
Balai Besar Industri Kimia.

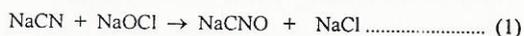
Senyawa sianida yang digunakan dalam proses industri, umumnya dalam bentuk Natrium Sianida (NaCN) atau hidrogen sianida (HCN). Jadi dalam air limbah sianida berada dalam bentuk CN⁻ atau HCN. Penambahan khlor pada suasana alkalis dengan NaOH, akan mengoksidasi sianida (CN) menjadi sianat (CNO⁻), yang mempunyai toksisitas seribu lebih lemah dari sianida. Reaksi oksidasi dengan penambahan khlorin, sebagai berikut :



Reaksi diatas berjalan lambat, pada pH < 8, tetapi pada pH > 8,5 reaksi diatas berjalan dengan sempurna setelah 30 menit. Disamping itu reaksi diatas tergantung pula pada temperatur (temperatur ± 25 °C) dan berjalan cepat dengan penambahan khlorin berlebih, dimana CNO⁻ akan tereduksi menjadi gas N₂ dengan reaksi sebagai berikut :



Meskipun reaksi diatas lambat, tetapi biasanya pH-nya diatur, Hal ini selain untuk mempercepat reaksi, juga untuk mengeliminasi pembentukan NCl₃. Penambahan dosis berlebih, selain menjamin oksidasi sempurna CNO⁻ menjadi N₂ dan CO₂, juga menjamin oksidasi dengan kehadiran senyawa nitrogen dan besi. Sianida dapat dioksidasi dengan penambahan natrium hypokhlorit, dengan reaksi sebagai berikut :



Natrium hypoklorit (NaOCl) secara umum dapat digunakan untuk memecah natrium sianida (NaCN), tetapi tidak dapat bekerja untuk limbah yang mengandung garam besi kompleks dan kobalt tanpa adanya pemanasan dan oksidasi berlangsung sangat lambat bila limbah mengandung Ni atau Hg. Pengolahan air limbah yang mengandung sianida dapat dilakukan dengan sistem batch atau dengan sistem kontinyu. Untuk mencegah pembentukan senyawa sianida yang toksik, yaitu HCN, sebaiknya air limbah yang mengandung sianida dipisahkan dari air limbah yang mengandung pH rendah.

III. BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN

A. BAHAN

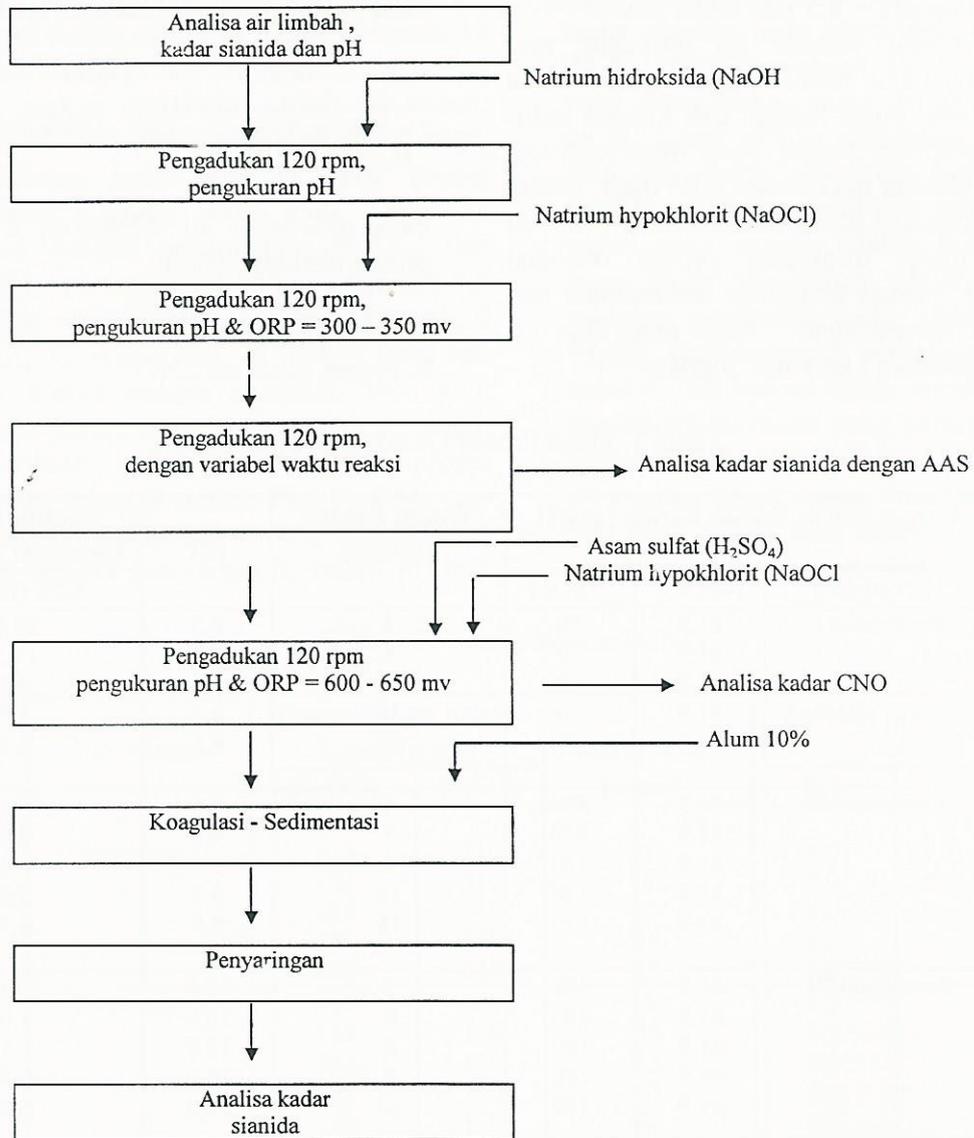
- Air limbah dari air pencucian proses pelapisan logam (volume limbah tiap variabel = 500 ml)
- NaOH (Natrium Hidroksida)
- Natrium Hypokhlorit (NaOCl)
- Asam sulfat (H₂SO₄)

B. PERALATAN

- pH meter
- Alat-alat gelas
- Kertas saring advantec No.5A
- Pengaduk magnetik
- Jar Test
- Stop watch
- Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Metodologi Penelitian

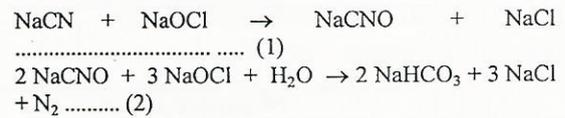
METODOLOGI PENELITIAN



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Air limbah yang berasal dari industri pelapisan logam, setelah dianalisa mengandung pH = 8,5 dan kadar sianida = 30 mg/l. Kadar sianida ini termasuk melampaui baku mutu limbah cair, karena pada baku mutu limbah cair khusus industri pelapisan logam yang diperbolehkan kadar sianida maksimum 0,05 mg/l. Untuk menurunkan kadar sianida didalam limbah cair, maka dilakukan proses oksidasi sianida, proses koagulasi sedimentasi dan proses penyaringan. Pada penelitian ini menggunakan natrium hipoklorit -

(NaOCl) sebagai oksidator sianida. Natrium hipoklorit dapat memecah natrium sianida didalam limbah cair melalui proses oksidasi. Ada 2 tahapan reaksi pada oksidasi sianida, sebagai berikut :



Pada penelitian ini dilakukan 2 tahapan proses oksidasi, yaitu :

1. Proses oksidasi CN
2. Proses oksidasi CNO

Tabel 1. Hasil Proses Oksidasi Sianida

No	Penambahan Bahan Kimia (mg/l)			Waktu Reaksi (menit)	pH	Setelah Proses Oksidasi Sianida
	Percobaan	NaOCl	NaOH			CN (mg/l)
I	Percobaan I	81,9	50	4	8,5	20,0
		81,9	50	8	8,5	12,5
		81,9	50	12	8,5	8,5
		81,9	50	16	8,5	3,7
		81,9	50	20	8,5	0,5
II	Percobaan II	81,9	120	4	9,5	17,5
		81,9	120	7	9,5	9,5
		81,9	120	9	9,5	6,0
		81,9	120	12	9,5	2,0
		81,9	120	16	9,5	0,4
III	Percobaan III	81,9	180	2	10,0	23,0
		81,9	180	4	10,0	8,0
		81,9	180	6	10,0	1,1
		81,9	180	8	10,0	0,7
		81,9	180	10	10,0	0,5
IV	Percobaan IV	81,9	250	2	10,5	17,5
		81,9	250	4	10,5	0,8
		81,9	250	6	10,5	0,4
		81,9	250	8	10,5	0,4
		81,9	250	10	10,5	0,4

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada penelitian ini dilakukan 4 kali percobaan oksidasi sianida. Pada percobaan pertama dengan penambahan NaOH dan NaOCl 20%, menunjukkan bahwa pada pH 8,5 dengan waktu reaksi (4 menit, 8 menit, 12 menit, 16 menit dan 20 menit) yang paling baik waktu reaksinya adalah 20 menit, dimana kadar sianidanya adalah 0,5 mg/l. Penurunan kadar sianida pada proses oksidasi I adalah 98%. Pada percobaan kedua dengan penambahan NaOCl dan NaOH, menunjukkan bahwa pada pH 9,5 dengan waktu reaksi (4 menit, 7 menit, 9 menit, 12 menit dan 16 menit) yang terbaik waktu reaksinya adalah 16 menit, dimana kadar sianidanya adalah 0,4 mg/l. Penurunan kadar sianida pada proses oksidasi tahap II adalah 98,6 %. Pada percobaan III, bahan kimia yang ditambahkan sama dengan percobaan II, tetapi pH nya

dinaikkan yaitu pH 10,0 dan waktu reaksi (2 menit, 4 menit, 6 menit, 8 menit dan 10 menit), menunjukkan bahwa waktu reaksi yang terbaik adalah 10 menit dimana kadar sianida adalah 0,5 mg/l. Penurunan kadar sianida pada percobaan III adalah 98 %. Pada percobaan IV bahan kimia yang ditambahkan sama dengan percobaan II, tetapi pHnya dinaikkan yaitu pH 10,5 dan waktu reaksinya sama dengan percobaan III menunjukkan bahwa waktu reaksi yang terbaik adalah 6 menit, dimana kadar sianidanya adalah 0,4 mg/l sehingga penurunan kadar sianida adalah 98,6%. Dari keempat percobaan tersebut dapat dilihat bahwa untuk proses oksidasi sianida waktu reaksi yang paling optimum adalah 6 menit pada pH 10,5. Pada proses ini kondisi harus cukup basa, karena apabila tidak cukup basa akan menyebabkan terbentuknya sianogen klorida (NCL).

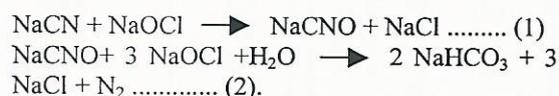
Tabel 2. Hasil Oksidasi CNO

No	Percobaan	Penambahan bahan kimia (mg/l)		Waktu reaksi (menit)	Setelah proses oksidasi CNO	
		NaOCl	H ₂ SO ₄		pH	CNO (mg/l)
I	Percobaan I	123	310	2	8,0	45,0
		123	310	4	8,0	30,0
		123	310	7	8,0	21,0
		123	310	10	8,0	12,0
		123	310	15	8,0	2,0
II	Percobaan II	123	150	5	9,5	38,0
		123	150	10	9,5	29,0
		123	150	15	9,5	22,5
		123	150	25	9,5	11,5
		123	150	40	9,5	1,0
III	Percobaan III	123	0	10	10,5	37,5
		123	0	20	10,5	29,5
		123	0	30	10,5	22,0
		123	0	45	10,5	10,9
		123	0	60	10,5	2,0

Pada proses oksidasi CNO penambahan NaOCl dan H₂SO₄, seperti terlihat pada Tabel 2, menunjukkan bahwa untuk pH = 8 dengan waktu reaksi 2 menit, 4 menit, 7 menit, 10 menit, 15 menit, waktu reaksi yang paling baik adalah 15 menit, kadar CNO = 2 mg/l. Pada percobaan II dengan pH = 9,5 dan waktu reaksi 5 menit, 10 menit, 15 menit, 25 menit, 40 menit yang terbaik adalah 40 menit, dimana kadar CNO = 1,0 mg/l, sedangkan pada pH = 10,5 waktu reaksi 10 menit, 20 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit waktu reaksi terbaik adalah 60 menit dengan kadar CNO = 2,0 mg/l. Proses oksidasi CNO yang paling optimum adalah pada pH = 8,0 dengan waktu reaksi 15 menit, dimana kadar CNO = 2,0 mg/l. Setelah dilakukan kedua tahapan proses oksidasi, dilakukan proses koagulasi sedimentasi dengan penambahan alum 10 %, kemudian effluent disaring. Filtrat dari proses penyaringan dianalisa kadar sianidanya dengan menggunakan AAS hasilnya adalah 0,04 mg/l. Sebelum dibuang dilakukan netralisasi, karena pH *effluent* dari proses penyaringan adalah 8,5, dimana pH ini bahaya terhadap lingkungan.

V. KESIMPULAN

1. Proses oksidasi sianida berdasarkan 2 tahapan reaksi :



Kondisi optimal proses oksidasi sianida adalah pH = 10,5 dan waktu

reaksi 6 menit, sehingga penurunan kadar sianida = 98,6%.

2. Kondisi optimal proses oksidasi CNO adalah pada pH = 8,0 dan waktu reaksi 15 menit.
3. Kadar sianida pada limbah cair = 30 mg/l, setelah dilakukan proses oksidasi, koagulasi sedimentasi dan penyaringan, maka kadar sianidanya menjadi 0,004 mg/l. "*Effluent*" dapat dibuang ke lingkungan umum, karena pada baku mutu limbah cair industri khususnya industri pelapisan logam kadar sianida maksimum 0,05 mg/l.

VI. DAFTAR PUSTAKA :

1. Anonymous, 1997, Fundamentals of Industrial Pollution Prevention on Industrial Water Pollution Prevention Technology Part Two, MOIT-JICA, Project on Training in Industrial Pollution.
2. Kazuo Tanaka (1997) Plating and Waste Water Treatment Technology, MOIT JICA, Project on Training in Industrial Pollution.
3. Metcalf & Eddy Inc, Waste Water Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, Third Edition, Mc. Graw-Hill.
4. Studi Pustaka Gambaran Umum Industri Yang Diteliti di Indonesia, Depperindag.
5. Water Treatment Hand Book (1991), Degremont, Sixth Edition, Volume 2.

-----ooooo00000oooo-----