

STUDI PENURUNAN KONSENTRASI NIKEL DAN TEMBAGA PADA LIMBAH CAIR ELEKTROPLATING DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI

Rachmanita Nofitasari, Ganjar Samudro dan Junaidi
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Abstract

Electroplating industrial wastewater containing heavy metals that are harmful so that need treatment in order to minimize impact on the environment. Most industries treat their wastewater by coagulation - flocculation. It is easy in the processing but the cost and the resulting large amount of mud, especially in metal-based industries. The experiments were conducted in batches of 1 liter for 120 minutes, direct current of 5 A and a voltage of 3 V at current densities of 40, 50, 60, and 70 mA/cm² and type electrode Aluminum and Iron. From the experimental values obtained electrocoagulation efficiency is 95% Ni and Cu were 98% in current density 70mA/cm. Comparison between electrocoagulation and coagulation do to get a new alternative technology in electroplating wastewater treatment. In terms of cost and processing electrocoagulation technique has many advantages than coagulation. Therefore the best treatment alternative selection is electrocoagulation

Key words : Electrocoagulation, Parameters of Nicel and Copper , Electroplating Waste Water.

Abstrak

Limbah cair industri elektroplating mengandung logam berat yang berbahaya sehingga diperlukan pengolahan agar dapat diminimalisir dampaknya terhadap lingkungan. Sebagian besar industri mengolah air limbah mereka dengan koagulasi - flokulasi. Hal ini mudah dalam pengolahan namun biaya dan mengakibatkan jumlah lumpur besar, terutama pada industri berbasis logam. Percobaan dilakukan secara batch 1 liter untuk 120 menit, arus searah dari 5 A dan tegangan 3 V pada densitas arus 40, 50, 60, dan 70 mA/cm² dan jenis elektroda Alumunium dan Besi. Dari percobaan dapat diperoleh nilai efisiensi elektrokoagulasi Ni adalah 95% dan Cu adalah 98% pada kerapatan arus 70mA/cm. Perbandingan antara elektrokoagulasi dan koagulasi dilakukan untuk mendapatkan teknologi alternatif baru dalam pengolahan limbah elektroplating. Dalam segi biaya dan pengolahan teknik elektrokoagulasi memiliki banyak kelebihan daripada koagulasi. Oleh karena itu alternatif pemilihan pengolahan terbaik adalah elektrokoagulasi.

Kata Kunci : elektrokoagulasi, parameter nikel dan tembaga, limbah elektroplating

Pendahuluan

Meningkatnya perekonomian Indonesia ditandai dengan berkembangnya berbagai industri seperti industri permesinan, farmasi, alat-alat elektronik, dan lain-lain. Beberapa unit industri tersebut memiliki unit pelapisan listrik. Industri elektroplating adalah industri yang melakukan pelapisan logam dengan bantuan arus listrik. Proses pelapisan logam terdiri atas pencucian, pembersihan, pelapisan, pembilasan dan pengeringan. Air yang berasal dari proses pencucian logam, pembersihan dan pembilasan

biasanya mengandung logam-logam seperti Cu, Zn, Cr, Cd, Ni dan Pb.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat memberikan dampak negatif berupa limbah. Salah satu penyebab terjadinya pencemaran adalah banyaknya limbah yang dibuang tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu atau sudah diolah tetapi belum memenuhi persyaratan. Hal ini dimungkinkan karena adanya keengganan mengolah air limbah, disamping itu belum tersedianya sebuah teknologi pengolah air limbah yang mudah dan efisien sehingga dapat diterapkan di sebuah industri. Logam berat yang paling

banyak diperoleh dalam limbah elektroplating adalah Cr, Cu, Ni, Pb dan Zn. Apabila limbah ini dibuang ke lingkungan maka akan menambah jumlah ion logam dalam lingkungan. Nikel dan tembaga memiliki daya racun yang tinggi. Logam atau persenyawaan nikel dan tembaga yang masuk ke dalam tubuh dapat berinteraksi dengan bermacam-macam unsur fisiologis dalam tubuh sehingga mengganggu metabolisme dalam tubuh.

Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan suatu usaha untuk mengolah limbah hasil elektroplating agar dapat diminimalisir dampaknya terhadap lingkungan. Salah satu cara pengolahan adalah dengan cara pendestabilisasian partikel koloid yaitu melalui proses koagulasi dengan bantuan garam-garam yang mengandung ion-ion logam bervalensi tiga, seperti besi dan alumunium sebagai koagulan, sehingga proses pengolahan air limbah elektroplating ini dapat dilakukan dengan cara elektrolisa yang disebut dengan elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi ini dilakukan dengan memasukan dua elektroda dari lempengan logam alumunium (Al) atau Besi (Fe) ke dalam elektrolit (air limbah) pada suatu bak reaktor, dimana salah satu menjadi anoda dan lainnya menjadi katoda. Lempengan tersebut disusun dengan jarak tertentu dan dialiri dengan listrik arus searah, sehingga elektroda logam alumunium/besi tersebut sedikit demi sedikit akan larut ke dalam air membentuk ion Al^{3+} atau Fe^{3+} , yang oleh reaksi hidrolisa air akan membentuk $Al(OH)_3 \cdot nH_2O$ atau $Fe(OH)_3 \cdot nH_2O$ yang merupakan koagulan yang sangat efektif.

Penelitian mengenai elektrokoagulasi dalam pengolahan air ini, sudah pernah dilakukan sebelumnya antara lain yang dilakukan oleh Retni Susetyaningsih dimana memberikan hasil yang cukup memuaskan untuk limbah B3 cair dimana dapat diperoleh nilai efisiensi elektrokoagulasi kontaminan Pb sebesar 99,16 % dan TSS sebesar 80,24 % pada kuat arus 5 A dan waktu operasi 120 menit. Dengan melihat hasil tersebut maka pada penelitian yang akan dilakukan dicoba menggunakan air limbah elektroplating yang mempunyai tingkat toksisitas tinggi karena mengandung logam berat yang dapat dikatakan sangat tinggi, pada proses elektrokoagulasi.

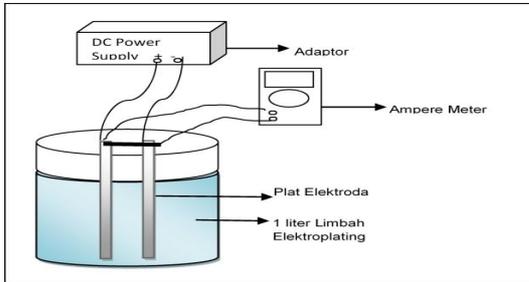
Sebagai suatu alternatif pengganti proses yang ketergantungan terhadap bahan kimia,

dimana dari hasil penelitian yang sudah dilakukan bahwa untuk menghasilkan air yang memenuhi baku mutu yang dianjurkan, dibutuhkan Alumunium Sulfat (tawas) sebesar 1300 mg/L dan Kapur 160 mg/L dosis ini cukup berlebihan dan tentunya menjadi beban yang cukup berat dalam pengolahan air limbah, maka proses elektrokoagulasi ini perlu direncanakan dengan baik agar dapat memberikan hasil yang optimum dan lebih efektif dalam mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi elektroda yang akan menentukan pemakaian daya listrik, yaitu jenis elektroda dan besarnya rapat arus.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan penelitian tentang kemampuan elektrokoagulasi dalam menurunkan parameter Nikel dan Tembaga dengan variasi jenis plat elektroda yaitu Al dan Fe serta pemilihan rapat arus terbaik sebesar 40, 50, 60, dan 70 mA/cm². Sebagai pertimbangan alternatif pengganti penggunaan bahan kimia, dilakukan perbandingan antara elektrokoagulasi dan koagulasi kimia dalam aspek biaya dan keefektifannya dalam menurunkan Ni dan Cu.

Metode Penelitian

Dalam melakukan sebuah penelitian, diperlukan sebuah tujuan operasional penelitian. Dalam tujuan operasional penelitian dipaparkan tentang variabel dan data yang dibutuhkan sehingga dapat dijadikan sebuah panduan untuk melakukan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis elektroda Al dan Fe dalam penurunan kadar konsentrasi Ni dan Cu serta besarnya rapat arus (40, 50, 60 dan 70 mA/cm²). Pada percobaan ini dilakukan perbandingan antara Elektrokoagulasi dengan Koagulasi untuk mendapatkan efisiensi terbaik dan dipertimbangkan dari segi biaya dan hasil efisiensi yang dilakukan. Pada percobaan koagulasi menggunakan pengaturan pH yaitu 6,7 dan 8 serta dosis koagulan untuk Aluminium Sulfat (alum) dan Ferro Sulfat sebesar 125, 250, 350, 450, 600 dan 700 mg/L.



Gambar 1. Skema Reaktor Elektrokoagulasi

Air limbah elektroplating dimasukkan ke reaktor yang telah dipasang elektroda-elektroda Aluminium dan juga elektroda Besi, yang tersusun dengan jarak yang tetap dan dihubungkan dengan arus listrik searah. Penelitian ini dilakukan analisis terhadap kemampuan masing-masing elektroda dari plat Aluminium (Al) dan Besi (Fe) sebagai anoda dan katoda. Perbandingan penggunaan bahan elektroda Aluminium dan Besi dilakukan untuk mengetahui bahan elektroda terbaik dalam menyisihkan kandungan Nikel dan tembaga. Perlakuan dilakukan dengan menggunakan kerapatan arus sebesar 40 mA/cm², 50 mA/cm², 60 mA/cm², 70 mA/cm². Pada setiap reaktor dilengkapi dengan Ampere meter, adaptor dengan tegangan sebesar 3 Volt dan kuat arus sebesar 5 Ampere. Proses pengambilan sampel dilakukan di reaktor dengan menggunakan pipet. Pengambilan sampel dilakukan setiap 15 menit selama 120 menit untuk masing-masing percobaan. Lokasi pengambilan sampel di tengah-tengah (bagian paling jernih). Hal ini bertujuan supaya flok yang mengapung atau yang mengendap tidak ikut terbawa melalui pipa karet yang dipasang pada tengah-tengah reaktor.

Analisis Dan Pembahasan

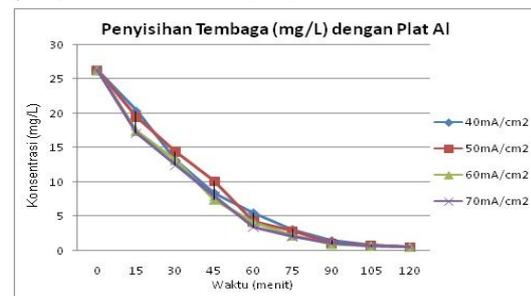
Pembahasan hasil-hasil penelitian yang meliputi hasil percobaan elektrokoagulasi dengan menggunakan variasi jenis plat (Besi dan Aluminium) untuk penyisihan Nikel dan Tembaga. Pengukuran lain juga dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai pada setiap variabel kontrol seperti suhu, kekeruhan, TDS, TSS dan pH.

1. Hasil Pengujian Konsentrasi Tembaga (mg/L)

Tabel 1. Hasil Penyisihan Tembaga (mg/L) dengan Plat Aluminium

Waktu (menit)	Rapat Arus (mA/cm ²)			
	40	50	60	70
0	26,30	26,30	19,48	14,42
15	20,37	10,12	4,28	2,87
30	13,21	1,04	0,76	0,52
45	8,43	26,30	17,45	13,19
60	5,54	7,42	4,13	2,16
75	3,11	0,92	0,68	0,51
90	1,49	26,30	17,11	12,47
105	0,87	7,88	3,44	2,08
120	0,58	1,05	0,67	0,51

Sumber: Data Primer 2012

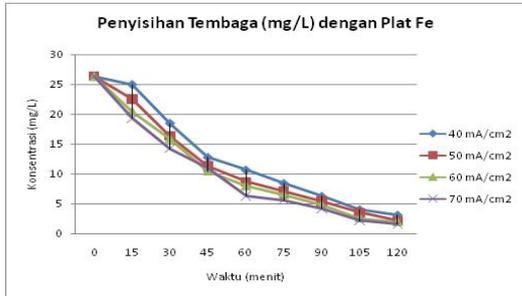


Gambar 2. Kurva Penyisihan Konsentrasi Cu (mg/L) dengan Plat Aluminium

Tabel 2. Hasil Penyisihan Tembaga dengan Plat Besi

Waktu (menit)	RAPAT ARUS (mA/cm ²)			
	40	50	60	70
0	26,30	26,30	22,46	16,31
15	24,92	11,28	8,61	7,07
30	18,45	5,38	3,47	2,14
45	12,75	26,30	20,41	15,84
60	10,63	10,46	7,95	6,47
75	8,41	4,79	2,62	1,94
90	6,27	26,30	19,25	14,21
105	4,03	10,93	6,28	5,56
120	3,11	4,12	2,11	1,54

Sumber: Analisis Penulis 2012



Gambar 3 Kurva Penyisihan Konsentrasi Cu dengan Plat Besi (mg/L)

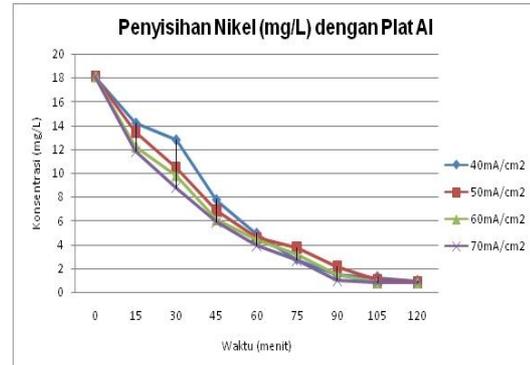
Konsentrasi Cu mengalami perubahan yang cukup signifikan dengan penurunan sebesar 26,3 mg/L menjadi 0,51 mg/L pada menit ke 120 dengan menggunakan plat Aluminiuk. Sedangkan dengan penggunaan plat besi penurunan terbaik pada konsentrasi 1,54 mg/l. Hasil penurunan maksimal dapat terlihat dengan menggunakan jenis plat elektroda Al dengan rapat arus sebesar 70 mA/cm²

2. Hasil Penyisihan Konsentrasi Nikel (mg/L)

Tabel 3 Hasil Penyisihan Nikel (mg/L) dengan Plat Aluminium

Waktu (menit)	Rapat Arus (mA/cm ²)			
	40	50	60	70
0	18,1	18,1	18,1	18,1
15	14,19	13,46	12,22	11,82
30	12,78	10,48	9,81	8,76
45	7,75	6,85	6,1	5,88
60	4,93	4,54	4,39	3,91
75	2,75	3,73	3,14	2,67
90	1,46	2,15	1,44	1,02
105	1,27	1,02	0,81	0,8
120	0,94	0,88	0,8	0,8

Sumber: Analisis Penulis 2012

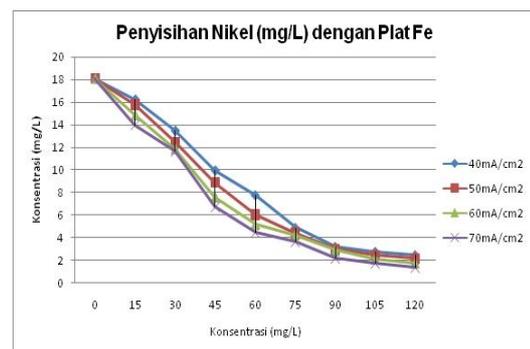


Gambar 4. Kurva Penyisihan Konsentrasi Ni dengan Plat Al (mg/L)

Tabel 4. Hasil Penyisihan Nikel (mg/L) dengan Plat Fe

Waktu (menit)	Rapat Arus (mA/cm ²)			
	40	50	60	70
0	18,1	18,1	18,1	18,1
15	16,25	15,79	14,87	13,99
30	13,48	12,48	11,87	11,67
45	9,96	8,91	7,6	6,73
60	7,76	6,04	5,18	4,42
75	4,87	4,42	4,23	3,61
90	3,18	3,01	2,87	2,18
105	2,74	2,47	2,09	1,74
120	2,44	2,19	1,72	1,34

Sumber: Analisis Penulis 2012



Gambar 5. Kurva Penyisihan Konsentrasi Ni dengan Plat Fe (mg/L)

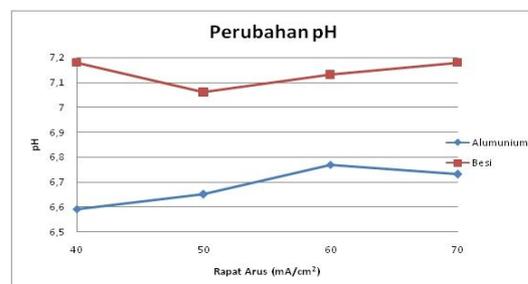
Konsentrasi Ni mengalami perubahan yang cukup signifikan dengan penurunan sebesar 18,1 mg/L menjadi 0,8 mg/L pada menit ke 105. Penurunan terbaik pada konsentrasi 0,8 dengan menggunakan plat Alumunium. Penggunaan plat elektroda besi terjadi penurunan konsentrasi sebesar 1,34 mg/L. Hasil penurunan maksimal dapat terlihat dengan menggunakan jenis plat elektroda Al dengan rapat arus sebesar 70 mA/cm². Pada proses elektrokoagulasi ini terjadi pembentukan endapan dan flok-flok yang terapung (flotation), hal ini sebagai indikasi bahwa ion-ion Al³⁺ dan Fe³⁺ mengikat polutan atau pengotor sangat efektif.

3. Hasil Perubahan pH

Tabel 5. Nilai pH Setelah Pengolahan

Rapat Arus (mA/cm ²)	pH Awal	pH Akhir	
		Alumunium	Besi
40	6,26	6,59	7,18
50		6,65	7,06
60		6,77	7,13
70		6,73	7,18

Sumber: Analisis Penulis 2012



Gambar 6. Kurva Perubahan pH

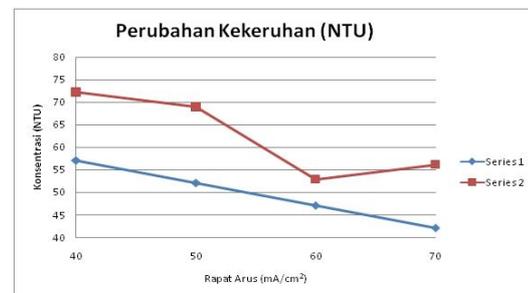
Besarnya pH tidak mengalami perubahan yang berarti. pH awal sebesar 6,26 dan pH akhir tertinggi sebesar 7,18. Terjadinya kenaikan pH dikarenakan katoda memproduksi ion hidroksi (OH⁻) secara berlebih, seiring dengan pertambahan waktu, sedangkan berkurangnya pH juga dikarenakan pada anoda terjadi oksidasi air (H₂O) yang menghasilkan ion H⁺. Besarnya pH yang dihasilkan masih memenuhi baku mutu yang ditentukan oleh pemerintah sekitar 6-9.

4. Hasil Perubahan Kekeruhan (NTU)

Tabel 6. Hasil Perubahan Kekeruhan (NTU)

Rapat Arus (mA/cm ²)	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)	
		Alumunium	Besi
40	278	57,1	72,2
50		52,1	68,9
60		47,1	52,9
70		42,1	56,2

Sumber: Analisis Penulis 2012



Gambar 3.7 Kurva Perubahan Kekeruhan (NTU)

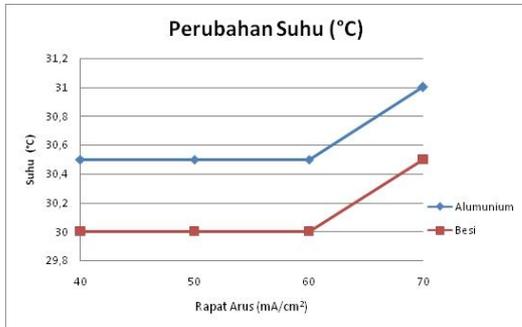
Konsentrasi Kekeruhan mengalami perubahan yang cukup signifikan dengan penurunan sebesar 278 NTU menjadi 42,1 NTU. Hasil penurunan maksimal dapat terlihat dengan menggunakan jenis plat elektroda Alumunium dengan rapat arus sebesar 70 mA/cm². Dibandingkan dengan hasil penyisihan dengan Besi pada 70 mA/cm² sebesar 56,7 NTU.

5. Hasil Perubahan Suhu (°C)

Tabel 7. Hasil Perubahan Suhu (°C)

Rapat Arus (mA/cm ²)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	
		Alumunium	Besi
40	28	30,5	30
50		30,5	30
60		30,5	30
70		31	30,5

Sumber: Analisis Penulis 2012



Gambar 8. Kurva Perubahan Suhu (°C)

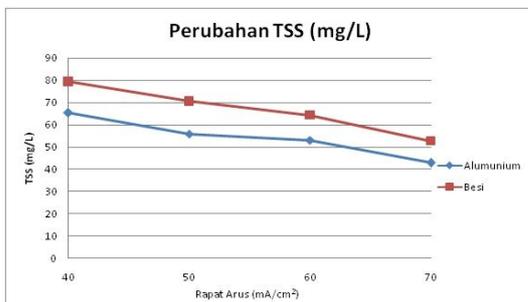
Suhu awal sebesar 29 °C, pada akhir percobaan mengalami kenaikan suhu tertinggi sebesar 31 °C. Kenaikan Suhu tertinggi pada plat elektroda Aluminium yaitu sebesar 31 °C. Plat elektroda Besi mengalami kenaikan suhu sebesar 30,5 °C dengan rapat arus sebesar 70 mA/cm². Perubahan suhu pada proses elektrokoagulasi karena melepaskan energi berupa panas atau perubahan suhu dalam limbah.

6. Hasil Perubahan TSS (mg/L)

Tabel 8. Hasil Perubahan TSS 9mg/L

Rapat Arus (mA/cm ²)	TSS Awal (mg/L)	TSS Akhir (mg/L)	
		Aluminium	Besi
40	163	65,2	79,3
50		55,8	70,5
60		52,9	64,1
70		42,8	52,7

Sumber: Analisis Penulis 2012



Gambar 9 Kurva Perubahan TSS (mg/L)

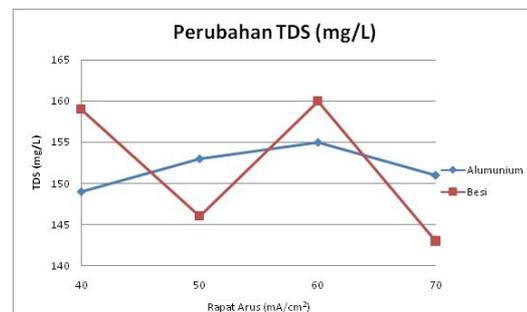
Konsentrasi TSS mengalami perubahan yang cukup signifikan dengan penurunan sebesar 163 mg/L menjadi 42,8 mg/L dengan plat elektroda Aluminium dengan rapat arus sebesar 70 mA/cm². Plat elektroda Besi mengalami perubahan sebesar 52,7 mg/L dengan rapat arus sebesar 70 mA/cm². Proses penurunan TSS dapat dipahami karena TSS adalah polutan yang berada dalam bentuk tersuspensi sehingga banyaknya flok yang terbentuk dan akhirnya terjadi pengendapan, hal ini menyebabkan TSS menurun.

7. Hasil Perubahan TDS (mg/L)

Tabel 9. Hasil Penurunan TDS (mg/L)

Rapat Arus (mA/cm ²)	TDS Awal (mg/L)	TDS Akhir (mg/L)	
		Aluminium	Besi
40	177	149	159
50		153	146
60		155	160
70		151	143

Sumber: Analisis Penulis 2012



Gambar 10. Kurva Perubahan TDS (mg/L)

Konsentrasi TDS tidak mengalami perubahan yang cukup signifikan dimungkinkan karena pada anoda menghasilkan ion Al³⁺ dan Fe³⁺. TDS awal sebesar 177 mg/L dan TDS akhir sebesar 151 pada plat elektroda Aluminium dan 143 mg/L pada plat elektroda Besi.

Hasil analisis setelah melalui proses elektrokoagulasi dengan variasi jenis plat

elektroda (Al dan Fe) dan Rapat arus (40, 50, 60 dan 70 (mA/cm²)) secara umum memberikan perubahan yang signifikan. Baik konsentrasi Ni, Cu, kekeruhan, Suhu dan TSS, sedangkan perubahan pH dan TDS kurang signifikan karena pada proses elektrokoagulasi menghasilkan ion-ion dari anoda. Serta menghasilkan ion OH⁻ dan H⁺ yang berasal dari reaksi redoks dari air. Hasil penurunan maksimal dapat terlihat dengan menggunakan jenis plat elektroda Al dengan rapat arus sebesar 70 mA/cm². Pada proses elektrokoagulasi ini terjadi pembentukan endapan dan flok-flok yang terapung (flotation), hal ini sebagai indikasi bahwa ion-ion Al³⁺ dan Fe³⁺ mengikat polutan atau pengotor sangat efektif.

8. Hasil Penelitian dengan Metoda Jar-Test

Percobaan ini dilakukan dengan koagulan Alumunium Sulfat dan Ferro Sulfat. Percobaan dilakukan dengan variasi pH sebesar 6,7 dan 8 menggunakan dosis koagulan masing-masing 125, 250, 350, 450, 600 dan 700 mg/L. Setelah dilakukan analisa selanjutnya dapat ditentukan pH optimum dan dosis koagulan optimum yang didapat berdasarkan penurunan kekeruhan tertinggi, hal ini didasarkan penurunan kekeruhan yang terjadi diikuti juga oleh penurunan logam berat dengan presentase yang berbeda-beda

9. Penyisihan Kekeruhan dengan Variasi pH dan Dosis Koagulan

Penurunan kekeruhan terbaik pada jenis koagulan Alumunium sulfat pada dosis optimum yaitu 350 mg/l pada pH 6. Sedangkan dengan koagulan ferro sulfat diperoleh hasil bahwa dosis optimum adalah 250 mg/l pada pH 8. Dosis optimum dan pH optimum yang didapat ini digunakan sebagai acuan untuk mengukur parameter lain yang akan diukur yaitu kadar logam berat Cu dan Ni, TSS, TDS, suhu, dan pH

10. Hasil Pengolahan dengan Koagulan Alumunium Sulfat

Tabel 10. Hasil pengolahan dengan Koagulan Alumunium sulfat pada dosis 350 mg/L dan pH optimum

No.	Parameter	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan
1.	Tembaga	12,41	0,48
2.	Nikel	9,4	0,97
3.	pH	6,86	6,7
4.	TDS	211	216
5.	TSS	137	29
6.	Temperatur	28	28,5

Sumber: Analisis Penulis 2012

11. Hasil Pengolahan dengan Koagulan ferrous sulfat

Tabel 11. Hasil Pengolahan dengan Koagulan ferrous sulfat

Parameter	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan
Tembaga	12,41	1,3
Nikel (Ni)	9,41	1,24
pH	6,86	7,04
TDS	211	219
TSS	137	33
Temperatur	28	28,5

Sumber: Analisis Penulis 2012

12. Perbandingan Hasil pengolahan secara Elektrokoagulasi dan Koagulasi berdasarkan Efisiensi Pengolahan

Tabel 12. Hasil Pengolahan dengan Koagulan ferrous sulfat

Parameter	Efisiensi Penyisihan (%)	
	Elektrokoagulasi	Koagulasi
Nikel	95,6	95,4
Tembaga	98,06	97,4

Sumber: Analisis Penulis 2012

13. Perbandingan Berdasarkan Biaya Operasional

Tabel 11. Perbandingan Berdasarkan Biaya Operasional

Plat Elektroda Alumunium	Alumunium Sulfat	Plat Elektroda Besi	Ferro Sulfat
Rp 685,4	Rp 74,816	Rp 685,4	Rp 74,816

Sumber: Analisis Penulis 2012

Dengan demikian alternatif pengolahan yang dipilih sebagai pengolahan terbaik dalam pengolahan airlimbah elektroplating adalah Elektrokoagulasi dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pengolahan secara elektrokoagulasi dapat mengolah limbah elektroplating untuk sekali percobaan tanpa adanya penentuan dosis optimum, sedangkan pengolahan secara koagulasi harus mengetahui dosis optimum sehingga membuahkan banyak bahan kimia sebagai koagulan
2. Waktu pada pengolahan secara elektrokoagulasi lebih cepat karena prosesnya cepat. Sedangkan pada proses koagulasi membutuhkan waktu lama karena lamanya penentuan dosis optimum yang digunakan
3. Koagulan yang dihasilkan pada elektrokoagulasi berasal dari plat elektroda, dimana setelah plat elektroda tersebut sudah jenuh dan tidak terpakai lagi, dapat dimanfaatkan kembali. Pada proses koagulasi, koagulan yang dihasilkan berupa bahan kimia yang ditambahkan pada limbah ecair elektroplating sehingga sudah tidak dapat dimanfaatkan kembali
4. Pada proses elektrokoagulasi tidak membutuhkan pengaturan pH karena dalam prosesnya menghasilkan ion H⁺ dan OH⁻. Pada proses koagulasi membutuhkan pengaturan pH karena proses koagulasi dapat menurunkan pH

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan temuan studi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses elektrokoagulasi efektif digunakan dalam pengolahan untuk menurunkan konsentrasi Tembaga dan Nikel, yaitu masing-masing sebesar 98,06 % dan 95,58% pada Rapat Arus 70 mA/cm².
2. Penggunaan plat elektroda Alumunium dapat menyisihkan penurunan konsentrasi nikel dan tembaga diatas 90% pada menit ke 90

sedangkan plat elektroda besi penurunan diatas 90 % terjadi pada menit ke 105.

3. Alternatif pengolahan untuk mengolah air limbah elektroplating adalah elektrokoagulasi dilihat dari segi biaya dan efisiensi pengolahan.

Daftar Pustaka

- Bambang, I., Mawar D.S.S., dan Utari A. 2009. "Design Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Elektrokoagulasi dengan Menggunakan Elektroda Alumunium" *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti* 5,1
- Holt, P. 2006. Electrocoagulation as a Wastewater Treatment. *Journal of Australian Environmental Engineering*. Vol. 3, November 1999.
- Koparal, A. S. dan Ogutveren, U. B. (2002) *Removal of nitrate from water by electroreduction and electrocoagulation. Journal of Hazardous Materials*, B89, 83-94
- MenLH, 2007, *Panduan Penyusunan dan Pemeriksaan Dokumen UKL-UPL Industri Elektroplating*
- Mollah, M.Y.A., Morkovsky, P., Gomes, J. A. G., Kesmez, M., Parga, J., and Cocke, D.L. (2004), *Fundamentals, Present and Future Perspectives of Electrocoagulation*, *Journal of Hazardous Materials*, B114: 199 – 210
- Purwanto, Syamsul H, 2005, *Teknologi Industri Elektroplating*, Badan penerbit Universitas Diponegoro, Semarang