



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA V
"Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam Pembangunan
Bangsa yang Berkarakter"
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 6 April 2013



MAKALAH
PENDAMPING

POSTER
(Kode : I-06)

ISBN : 979363167-8

PROSES RECOVERY LOGAM Chrom DARI LIMBAH ELEKTROPLATING

Yayat Iman Supriyatna^{1,*}

¹UPT Balai Pengolahan Mineral Lampung-LIPI
Jl. Ir. Sutami Km. 15 Tanjung Bintang - Lampung Selatan

*Keperluan korespondensi, telepon : 0721-350054 ; Fax : 0721-350056, email :
yayat_iman@yahoo.com

ABSTRAK

Kegiatan industri elektroplating sering menimbulkan permasalahan lingkungan, karena banyak mempergunakan bahan-bahan kimia yang berbahaya. Salah satu diantaranya adalah Chrom (Cr) yang dipergunakan sebagai bahan baku pelapisan logam. Melihat dari permasalahan tersebut, perlu dikembangkan suatu teknik pengolahan limbah untuk mengurangi kadar salah satu unsur logam yang ada di dalam limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengambil logam Chrom dengan proses koagulasi flokulasi. Variabel proses penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimum, pengaruh konsentrasi koagulan, jenis koagulan yang efektif, dan kecepatan pengadukan dalam pengambilan logam Chrom dari limbah elektroplating dengan proses koagulasi flokulasi. Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah elektroplating dengan konsentrasi awal 14,823ppm. Variabel yang digunakan adalah pH koagulasi 6, 7, 8, 9, dan 10, konsentrasi koagulan 100mg/l, 200mg/l, 300mg/l, 400mg/l, dan 500mg/l, jenis koagulan tawas, PAC, dan ferro sulfat, kecepatan pengadukan 100rpm, 115rpm, 160rpm dan 200rpm.

Dari hasil penelitian diperoleh pH paling optimum untuk mengendapkan Cr yaitu pH 9, jenis koagulan yang paling efektif yaitu tawas, pengaruh variabel konsentrasi koagulan yaitu semakin banyak jumlah koagulan semakin banyak Cr terlarut yang dapat dikoagulasi dan mengendap, dan pengaruh variabel kecepatan pengadukan yaitu semakin cepat kecepatan pengadukan semakin banyak Cr terlarut yang dapat dikoagulasi dan mengendap.

Kata Kunci: *chrom, koagulasi, flokulasi, elektroplating*

PENDAHULUAN

Salah satu industri yang dapat menimbulkan pencemaran adalah industri pelapisan logam (*electroplating*) yang menghasilkan limbah B3. Salah satunya logam berat yang terkandung dalam limbah industri *electroplating Cr*. Sifat dari limbah B3 antara lain adalah mudah terbakar,

mudah meledak, dan bersifat karsinogenik (penyebab kanker) [1].

Pengolahan air buangan sangat penting dilakukan agar memenuhi baku mutu limbah cair yang ditetapkan menurut Kepmen-LH no.42/MENLH/10/1996/ dan baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri menurut Kep-51/MENLH/10/1995.

Berdasarkan nilai Ambang Batas (NAB) zat kimia yang terdapat dalam limbah cair yang dikeluarkan oleh kementerian lingkungan hidup kadar maksimal *Chrom* yang diperbolehkan adalah 0,2 mg/L [2].

Untuk saat ini, lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan industri disimpan pada bak penampungan sementara, kemudian industri tersebut mengirimkan lumpurnya/limbahnya ke perusahaan khusus pengolah limbah B3 yaitu PT. PPLI (Prasadha Pemusnah Limbah Industri) di Cileungsi Bogor untuk kemudian menunggu pengolahan selanjutnya. Namun hal ini dirasakan cukup berat bagi sebagian besar industri karena kegiatan ini dapat memakan banyak biaya [2].

Oleh karenanya, banyak industri yang cenderung membuang limbah sembarangan sehingga pada akhirnya akan mencemari lingkungan. Atas dasar pernyataan inilah perlu adanya masukan tentang proses pengolahan limbah yang berpegang pada prinsip murah, sederhana dalam proses pengolahannya, dan dari segi teknis teknologi masih dapat diterima. Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan ini adalah melalui proses perolehan kembali (*recovery*) dengan proses koagulasi flokulasi.

Koagulasi adalah proses penambahan bahan-bahan kimia untuk membentuk gumpalan (*flok*) yang selanjutnya dipisahkan pada proses flokulasi. Sedangkan flokulasi adalah proses untuk mempercepat penggumpalan partikel dengan pengadukan sangat lambat [3].

Menurut Migo et al. , (1993a), koagulasi yang efektif terjadi pada selang

pH tertentu. Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan pada partikel tersuspensi dan koloid. Flokulasi adalah aglomerasi dari partikel yang terdestabilisasi dan koloid menjadi partikel terendapkan [4].

Menurut Eckenfelder (1986), koagulasi adalah proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan bahan cemaran yang tersuspensi atau dalam bentuk koloid. Partikel-partikel koloid ini tidak dapat mengendap sendiri dan sulit ditangani oleh perlakuan fisik. Melalui proses koagulasi, kekokohan partikel koloid diadukan sehingga terbentuk flok-flok lembut yang kemudian dapat disatukan melalui proses flokulasi. Penggoyahan partikel koloid ini akan terjadi apabila elektrolit yang ditambahkan dapat diserap oleh partikel koloid sehingga muatan partikel menjadi netral. Penetralkan muatan partikel oleh koagulan hanya mungkin terjadi jika muatan partikel mempunyai konsentrasi yang cukup kuat untuk mengadakan gaya tarik menarik antar partikel koloid [4].

Dalam pengambilan logam dengan cara koagulasi, limbah elektroplating ditambahkan senyawa kimia yang dapat menyebabkan senyawa dalam limbah tersebut (dalam hal ini *Cr*) mengalami ketidakstabilan (destabilisasi). Akibat dari destabilisasi, partikel mengalami flokulasi. Secara garis besar mekanisme pembentukan flok terdiri dari empat tahap, yaitu ; 1. Tahap destabilisasi partikel koloid; 2. Tahap pembentukan partikel koloid; 3. Tahap penggabungan mikroflok; 4. Tahap pembentukan mikroflok. Proses koagulasi dan flokulasi dalam pengolahan air

berfungsi untuk ; 1. Menghilangkan kekeruhan dan warna; 2. Menghilangkan kadar solid; 3. Menghilangkan kandungan bakteri yang terdapat dalam air; 4. Menghilangkan algae dalam kolom distilasi; 5. Menghilangkan kesadahan [3], seperti terlihat pada Gambar 1.

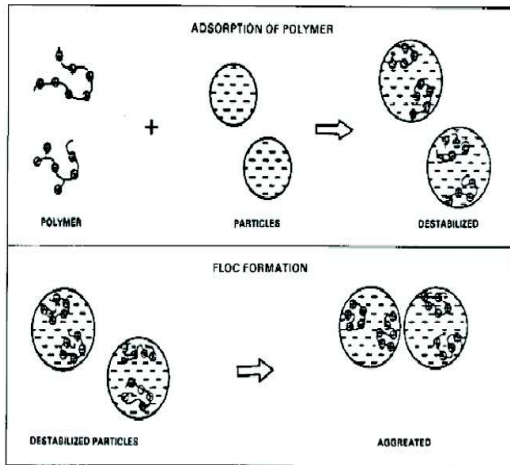


Figure 1-2. Floc formation process

Gambar 1. Proses koagulasi dan flokulasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses Koagulasi dan Flokulasi yaitu kualitas air, temperatur air, jenis koagulan, pH air, jumlah garam-garam terlarut dalam air, kecepatan pengadukan, waktu pengadukan, dan dosis koagulan.

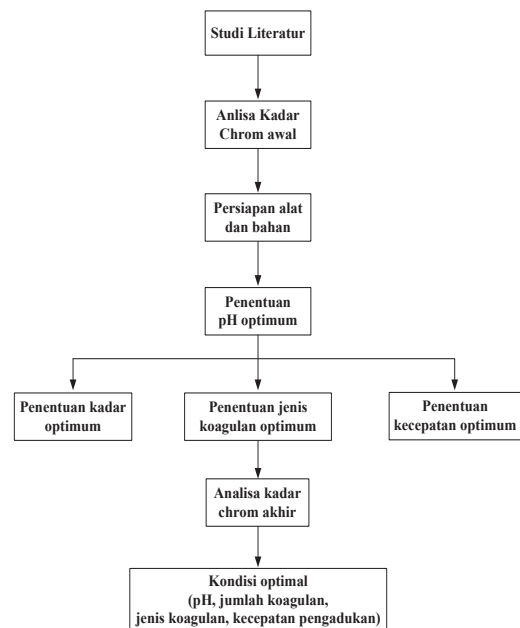
Pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan kembali Chrom dengan menggunakan proses koagulasi flokulasi yang dilakukan secara batch dengan tujuan mengetahui kondisi optimal (pH, jumlah koagulan, jenis koagulan dan kecepatan pengadukan) sehingga dapat memberikan informasi yang bisa dijadikan pertimbangan dalam pengolahan limbah cair elektroplating dalam rangka mengurangi pencemaran yang diakibatkan oleh Chrom

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara batch untuk menentukan pH, jumlah koagulan, jenis koagulan dan kecepatan pengadukan yang optimum dalam proses koagulasi flokulasi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah cair elektroplating yang diambil dari bak penampungan limbah Chrom dari salah satu industri elektroplating di semarang. Koagulan yang digunakan yaitu Alumunium sulfat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$), PAC (Poly Alumunium Chloride) dan Ferrous sulfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) dalam bentuk serbuk. Untuk mengatur pH digunakan larutan NaOH dan H_2SO_4 0,1 M.

Sedangkan peralatan yang digunakan adalah beaker glass sebagai tangki koagulasi flokulasi, magnetik stirer sebagai pengaduk, digital pH meter sr-7705 untuk mengukur pH, dan AAS spektra AA-200 untuk analisa kadar Chrom awal dan setelah proses koagulasi flokulasi. Langkah penelitian digambarkan pada Gambar 2.

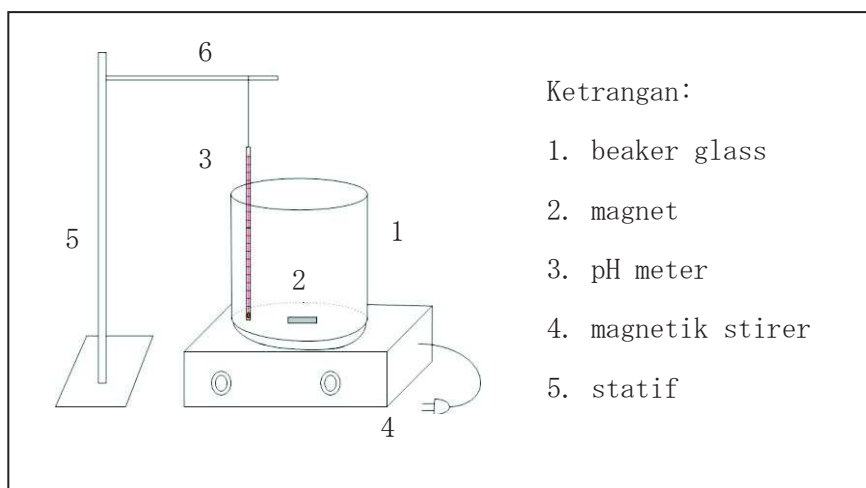


Gambar 2. Bagan alir penelitian

Langkah-langkah penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada tahap pertama dilakukan persiapan bahan dan peralatan penelitian. Preparasi bahan yang diperlukan meliputi pernyiapan limbah cair elektroplating untuk tiap proses koagulasi flokulasi sebanyak 1 liter. Koagulan PAC, Ferrous sulfat dan tawas dihaluskan lagi agar ukurannya lebih homogren dan pembuatan NaOH dan H₂SO₄ dengan konsentrasi 0,1M.

Pada tahap kedua dilanjutkan penentuan pH optimum dengan cara limbah

1000ml, dimasukkan ke dalam tangki koagulasi flokulasi. pH limbah diatur sesuai variabel (6, 7, 8, 9, 10) dengan penambahan NaOH dan H₂SO₄, kemudian dimasukkan koagulan tawas dengan konsentrasi 300mg dalam tangki koagulasi flokulasi. Campuran diaduk selama 30 menit. Setelah selesai, campuran dibiarkan sampai terbentuk endapan. Hasil dianalisa dengan uji AAS sehingga diketahui pH optimum. Parameter yang digunakan untuk menentukan pH optimum adalah persentase terbesar yang dapat dicapai setelah perlakuan menurut rumus seperti pada persamaan 1.



Gambar 3. Rangkaian alat koagulasi flokulasi

$$\% \text{ Penurunan} = \{(A-B)/A\} \times 100\% \dots (1)$$

dimana A adalah kadar awal *Chrom* dalam limbah, B adalah kadar *Chrom* sisa setelah proses koagulasi flokulasi. Nilai pH optimum yang diperoleh akan digunakan untuk menentukan dosis atau jumlah koagulan, jenis koagulan dan kecepatan pengaduk yang optimum.

Penentuan jumlah koagulan dilakukan seperti penentuan pH optimum dengan

dosis yang berbeda-beda yaitu 100mg/L, 200mg/L, 300mg/L, 400mg/L, 500mg/L. Sedangkan untuk variabel jenis koagulan limbah 1000ml dengan pH optimum, dimasukkan jenis koagulan sesuai variabel (tawas, PAC, Ferro sulfat) masing-masing sebanyak 100mg/L, 200mg/L, 300mg/L, 400mg/L, 500mg/L. Sedangkan untuk variabel kecepatan pengadukan limbah 1000ml dengan pH otimum, ditambahkan

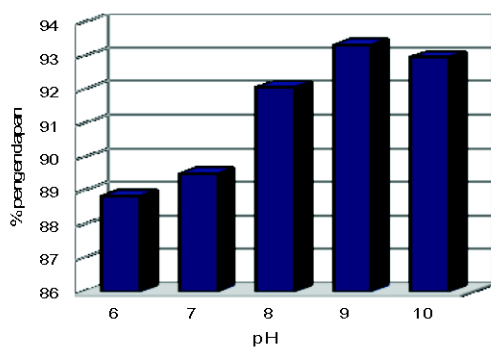
tawas 500mg/L, lalu diaduk dengan kecepatan pengadukan sesuai variabel (100rpm, 115rpm, 160rpm, 200rpm). Masing - masing variabel diaduk selama 30 menit, kemudian dibiarkan sampai terbentuk endapan. Parameter yang diamati adalah persentase penurunan kadar *Chrom* terbesar seperti yang dilakukan pada penentuan pH optimum dengan Persamaan 1.

Pada tahap ketiga limbah yang telah melalui proses koagulasi flokulasi dilakukan uji AAS untuk dianalisa kadar *Cr* sisa dari limbah tersebut. Sebelumnya kadar awal *Cr* dalam limbah juga dianalisa, untuk mengetahui pengurangan kadar dari *Cr* tersebut setelah melalui tiap-tiap proses dengan variabel yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

➤ Penentuan pH optimum

Berdasarkan analisa AAS awal sampel limbah cair elektroplating yang diambil diperoleh kadar logam *Cr* awal sebesar 14,823mg/L. Hasil kadar awal ini jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 0,2mg/L. Sedangkan berdasarkan hasil analisa AAS pada penentuan pH dan perhitungan dengan Persamaan (1) diperoleh hasil seperti pada Tabel 1 dan Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh pH terhadap pengendapan *Cr*

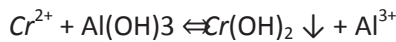
Berdasarkan dari tabel 1 didapatkan persen pengendapan untuk pH 6 sebesar 88,84%, pH 7 sebesar 89,52%, pH 8 sebesar 92,07%, pH 9 sebesar 93,34%, pH 10 sebesar 92,96%. Hal ini menunjukkan bahwa pH memiliki pengaruh yang besar terhadap pengendapan logam. Tiap logam memiliki pH spesifik saat kelarutannya minimum, sehingga dapat mengendap dengan maksimal. Dari grafik dapat terlihat bahwa semakin besar pH (semakin basa) maka kadar *Cr* dalam limbah setelah proses koagulasi semakin kecil. Hal ini disebabkan pada pH yang semakin basa maka konsentrasi *Cr* telah melewati (lebih tinggi) dari hasil kali kelarutan (KSP).

Tabel 1. Pengaruh pH terhadap pengendapan logam *Cr*

pH	Rata-rata konsentrasi (mg/L)	% akhir pengendapan
6	1,654	88,84
7	1,554	89,52
8	1,175	92,07
9	0,987	93,34
10	1,044	92,96

Proses pengendapan *Chrom* ini disebabkan oleh dua peristiwa utama yang dialami *Chrom* dalam larutan. Pertama *Chrom* dalam air limbah mengendap sebagai endapan hidroksida yang disebabkan pada saat larutan *Chrom* dicampur dengan tawas dalam *beaker glass* sebagian aluminium (Al^{3+}) dalam tawas larut dalam air membentuk $Al(OH)_3$

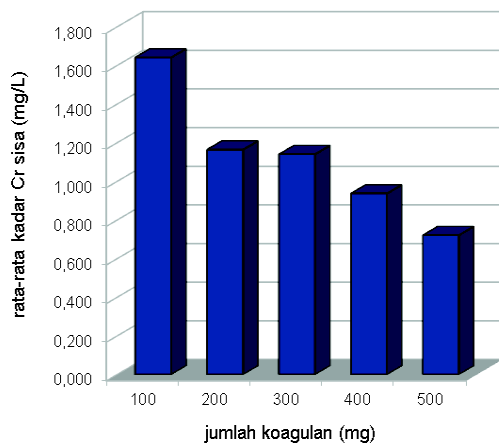
yang selanjutnya bereaksi dengan *Chrom* mengendap sebagai endapan hidroksida { $Cr(OH)_2$ }.



Ketika pH optimum telah melewati, maka kemungkinan besar flok yang terbentuk bukan lagi $Al(OH)_3$, melainkan $Al(OH)_4^-$ yang mempunyai sifat larut sebagian, sehingga flok yang telah terbentuk mudah pecah [5], dan membuat kenaikan % keefektifan koagulasi menjadi tidak signifikan inilah kemungkinan yang terjadi untuk pH 10.

➤ Pengaruh Jumlah Koagulan

Penelitian ini dilakukan pada variasi berat koagulan yang digunakan dalam hal ini tawas dengan berat 100mg, 200mg, 300mg, 400mg, dan 500mg. berdasarkan hasil analisa AAS dan perhitungan dengan persamaan (1) diperoleh hasil seperti pada Tabel 2 dan gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh jumlah koagulan terhadap pengendapan *Cr*

Tabel 2. Pengaruh jumlah koagulan terhadap pengendapan logam *Cr*

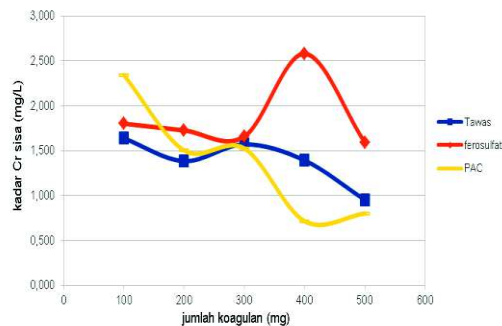
Masa koagulan (mg)	Rata-rata konsentrasi akhir (mg/L)	% pengendapan
100	1,641	88,93
200	1,164	92,15
300	1,140	92,31
400	0,937	93,68
500	0,721	95,14

Dari Tabel 2 dapat diketahui persen pengendapan untuk 100mg koagulan sebesar 88,93%, untuk 200mg koagulan sebesar 92,15%, untuk 300mg koagulan sebesar 92,31%, untuk 400mg koagulan sebesar 93,68%, untuk 500mg koagulan sebesar 95,14%.

Semakin banyak jumlah koagulan maka semakin banyak *Cr* terlarut yang dapat dikoagulasi dan mengendap, sehingga konsentrasi *Cr* terlarut sisa semakin sedikit. Dalam pengambilan logam dengan cara koagulasi, limbah elektroplating ditambahkan koagulan yang dapat menyebabkan senyawa dalam limbah tersebut (dalam hal ini *Cr*) mengalami ketidakstabilan (destabilasi). Ketika koagulan ditambahkan ke dalam air limbah maka koagulan akan terdisosiasi dan ion logam akan mengalami hidrolisis dan menghasilkan ion kompleks logam hidroksida yang bermuatan positif dan teradsorpsi pada permukaan koloid negatif. Akibat dari destabilasi, partikel mengalami flokulasi. Kemudian flok-flok yang terbentuk semakin besar karena pengadukan dan mengalami pengendapan (karena pengaruh gaya berat).

➤ Pengaruh Jenis Koagulan

Untuk melihat pengaruh jenis koagulan pada proses pengendapan logam *Cr* maka dilakukan variasi jenis koagulan yaitu antara tawas, PAC, Ferro sulfat sebanyak 100mg/L, 200mg/L, 300mg/L, 400mg/L, 500mg/L. Data yang diperoleh setelah analisa AAS dan perhitungan berdasarkan persamaan 1 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengaruh jenis koagulan terhadap pengendapan *Cr*

Jenis koagulan yang paling baik berdasarkan grafik pada gambar 6 diatas adalah PAC dibandingkan koagulan tawas dan ferrous sulfat. Hal ini karena PAC merupakan koagulan jenis baru sebagai hasil riset dan pengembangan teknologi air [7], sebagai dasarnya adalah alumunium yang berhubungan dengan unsur lain membentuk unit berulang dalam suatu ikatan rantai molekul yang cukup panjang. Pada PAC unit berulangnya adalah Al-OH.

Rumus empirisnya adalah $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$ [6].

dimana : $n = 2$

$2,7 < n < 3,9$

$m > 0$

dengan demikian PAC menggabungkan netralisasi dan kemampuan menjembatani

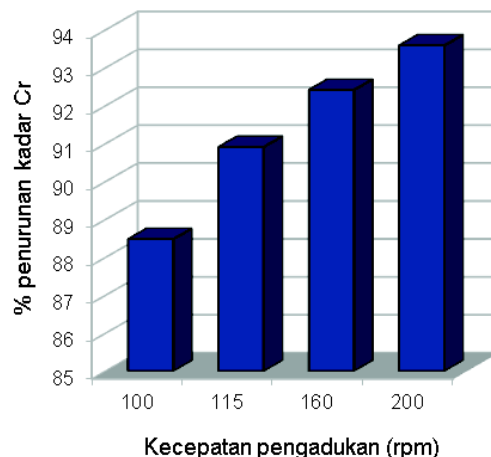
partikel-partikel koloid sehingga koagulasi berlangsung efisien.

➤ Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Untuk melihat pengaruh kecepatan pada pengendapan logam *Cr* maka dilakukan variasi kecepatan pengadukan yaitu 100rpm, 115rpm, 160rpm, 200rpm, dengan volume limbah 1Lt, pH 9 dan koagulan tawas sebanyak 500mg. Setelah proses koagulasi flokulasi dilakukan pemeriksaan dengan AAS untuk mengetahui kadar logam *Cr* sisa dalam limbah. Data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 5.

Tabel 3. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap pengendapan logam *Cr*

Kecepatan pengadukan (rpm)	Kadar sisa (mg/L)	<i>Cr</i> % pengendapan
100	1,707	88,480
115	1,347	90,910
160	1,124	92,420
200	0,950	93,590



Gambar 7. Pengaruh kecepatan terhadap pengendapan *Cr*

Dari grafik diatas dapat dilihat semakin cepat pengadukan maka kadar *Cr*

sisa semakin kecil. Pada proses koagulasi, pengadukan membuat dispersi koloid menjadi uniform, menaikkan kontak antar partikel, merusak stabilitas sistem koloid, dan menaikkan jumlah tumbukan antar partikel. Jika kecepatan pengadukan semakin dipercepat maka jumlah tumbukan antar partikel koloid semakin banyak, maka semakin banyak pula flok-flok yang terbentuk. *Cr* yang terikut dalam flok-flok tersebut akan ikut mengendap, sehingga kadar *Cr* sisa semakin kecil, dalam hal ini kadar *Cr* sisa 0,950mg/L dengan kecepatan pengadukan 200 rpm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa Nilai pH optimum proses koagulasi flokulasi logam *Cr* adalah pada pH 9 dengan koagulan yang paling optimum yaitu PAC. Untuk kecepatan pengadukan dan jumlah koagulan berbanding lurus dimana semakin besar kecepatan dan jumlah koagulan semakin besar pula jumlah logam *Cr* yang terambil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya kegiatan penelitian dan penulisan makalah ini.

DAFTAR RUJUKAN

[1]Afiatun, E., Sri Wahyuni dan Agustini Rachmawati. 2004. Perolehan Kembali Cu dari Limbah Elektroplating

dengan Menggunakan Reaktor Unggun Terfluidisasi. Infomatek 6 (1).

[2]Linggawati, Amilia, Muhdarina, H Sianturi. 2001. Efektivitas Pati-Fosfat dan Alumunium Sulfat Sebagai Koagulan dan Flokulan. Jurnal Natur Indonesia. Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Riau.

[3]Basselievre & Schawartz. 1976. The Treatment of Industrial Wastes, 2nd.Mc Graw Hill, Kogakusha Ltd, Tokyo, Japan.

[4]Novita, Elida. 2001. Optimasi Proses Koagulasi Flokulasi pada Limbah Cair yang Mengandung Melanoidin. Jurnal Ilmu Dasar 2(1) : 61-67.

[5]Purwanto dan Syamsul Huda. 2005. Teknologi Industri Elektroplating. Semarang, Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

[6]Vogel's. 1979. Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis, 5^{Ft} ed. Longman Inc. New York.

[7]Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. 1995. Kep-03/Bapedal/09/1995. Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.