



Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Minyak Dengan Proses Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Besi

Agung Prabowo, Gagah Hasan Basrori *), Purwanto

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Elektrokoagulasi adalah metode koagulasi dengan menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan penggunaan metode elektrokoagulasi sebagai alternatif dalam pengolahan limbah cair industry. Percobaan ini menggunakan limbah oil content dengan parameter yang diamati adalah perubahan konsentrasi bahan organik (COD. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium secara batch dengan menggunakan 3 lempengan Besi berukuran 3x5 cm² sebagai anoda dan 3 lempeng aluminium berukuran sama sebagai katoda. Variasi dilakukan pada rapat arus, waktu elektrokoagulasi dan jarak lempeng elektroda.. Jarak elektroda yang digunakan adalah 2 dan 3 cm. Analisa sampel dilakukan setelah sampel terlebih dahulu diendapkan selama 30 menit. Analisa laboratorium mengacu pada pada SNI 06-6989.2-2004 untuk parameter COD,. Hasil analisa menunjukkan adanya persentase penyisihan konsentrasi COD tertinggi mencapai 29,83 % terjadi pada menit ke 120, rapat arus 32 A/dm², dengan jarak elektroda 2 cm.. Secara umum percobaan ini menunjukkan pada skala laboratorium pada kondisi batch, metode elektrokoagulasi cukup efektif untuk mengolah limbah minyak dalam air dibandingkan dengan proses koagulasi secara konvensional.

Kata kunci: *Elektrokoagulasi, elektrokimia, koagulasi*

Abstract

Electrocoagulation is a coagulation method using direct electric current through an electrochemical event. This study aims to determine the possible use of electrocoagulation method as an alternative in wastewater treatment industry. This experiment uses waste oil content with the observed parameter is the change in concentration of organic material (COD. study was conducted on laboratory scale in batch by using a 3 iron plate measuring 3x5 cm² as anode and 3 aluminum plates of the same size as the cathode. Variations performed on current density, electrocoagulation time and distance .. Distance electrode plate electrodes used were 2 and 3 cm. Analysis of the samples carried out after the first sample was deposited for 30 minutes. Laboratory analysis refers to the SNI 06-6989.2-2004 for the parameters COD,. The analysis shows that there allowance for the highest percentage COD is 29, 83% occurred at minute 120, 32 A/dm² current density, with an electrode distance of 2 cm .. In general these experiments show on a laboratory scale in batch conditions, electrocoagulation method effective enough to treat waste compared oil content with conventional coagulation process.

Keywords: *Elektrokoagulasi; elektrokimia; koagulasi*

1. Pendahuluan

Air adalah salah satu unsur yang sangat penting bagi lingkungan hidup. Lingkungan dapat dikatakan baik jika unsur-unsur yang menyusun lingkungan tetap terpelihara. Terjadinya pencemaran air sebagai akibat kegiatan masyarakat yang beraneka ragam serta kegiatan industri akan berakibat buruk bagi lingkungan. Pencemaran air ini dapat terjadi karena buangan limbah cair yang dihasilkan oleh industri atau pabrik yang tidak dikelola sebagaimana mestinya dan dibuang begitu saja ke aliran air atau permukaan tanah disekitarnya.

Industri yang mengalirkan buangan limbah cairnya ke aliran-aliran air disekitarnya semakin bertambah banyak, sehingga akan menyebabkan beberapa hal, seperti aliran air yang semakin tercemar, merusak tatanan kehidupan air (ikan, mikroorganisme, dan lain-lain), merusak ketersediaan air untuk kepentingan umum (misalnya: fasilitas rekreasi dan fasilitas belanja) serta tidak layak sebagai sumber persediaan air bersih. Aliran

*) gagahhasanbasrori@gmail.com; p.purwanto@gmail.com

air tersebut juga tidak menjadi sehat sebagai persediaan air industri. Untuk mencegah terjadinya akibat-akibat tersebut, maka diadakan suatu upaya pengawasan atau pemantauan terhadap limbah cair yang dibuang (Mahida, 1984).

Air limbah juga dikenal sebagai *sewage*, mula-mula dari limbah rumah tangga, manusia, dan binatang, tapi kemudian berkembang selain dari sumber-sumber tersebut juga air limbah berasal dari kegiatan industri, *run off*, infiltrasi air bawah tanah. Air limbah pada dasarnya 99,94 % berasal dari sisa kegiatan sedang 0,06 % berasal dari material terlarut oleh proses alam. (Lin, 2001)

Pada sel elektrolisis elektroda yang berfungsi penghantar listrik adalah anoda sehingga terjadi suatu pelarutan material anoda menghasilkan kation logam (M⁺). Elektrolisis air merupakan reaksi samping yang menghasilkan gas hydrogen pada katoda dan gas oksigen pada anoda. (Purwanto, 2005). Rapat arus merupakan salah satu factor yang berperan dalam proses elektrokimia

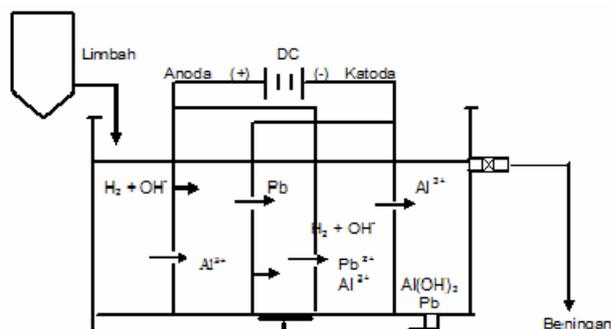
Koagulasi dan flokulasi adalah metode tradisional pada pengolahan air limbah. Pada proses ini bahan koagulan seperti alum atau feri klorida dan bahan aditif lain seperti polielektrolit ditambahkan dengan dosis tertentu untuk menghasilkan persenyawaan yang berpartikel besar sehingga mudah dipisahkan secara fisika. Ini merupakan proses dengan tahap yang banyak sehingga memerlukan area lahan yang luas dan ketersediaan bahan kimia secara terus-menerus (*continuous*). Sebuah metode yang lebih efisien dan murah untuk mengolah air limbah dengan jenis polutan yang bervariasi serta meminimisasi bahan aditif adalah diperlukan dalam manajemen keberlanjutan air. Elektrokoagulasi adalah metode pengolahan yang mampu menjawab permasalahan tersebut. (Peter, 2006)

Proses elektrokoagulasi terbentuk melalui pelarutan logam dari anoda yang kemudian berinteraksi secara simultan dengan ion hidroksi dan gas hydrogen yang dihasilkan dari katoda. Elektrokoagulasi telah ada sejak tahun 1889 yang dikenalkan oleh Vik et al dengan membuat suatu instalasi pengolahan untuk limbah rumah tangga (*sewage*). Tahun 1909 di *United States*, J.T. Harries telah mematenkan pengolahan air limbah dengan sistem elektrolisis menggunakan anoda aluminium dan besi. (Matteson et al., 1995) memperkenalkan "*Electronic Coagulator*" dimana arus listrik yang diberikan ke anoda akan melarutkan Aluminium ke dalam larutan yang kemudian bereaksi dengan ion hidroksi (dari katoda) membentuk aluminium hidroksi. Hidroksi mengflokulasi dan mengkoagulasi partikel tersuspensi sehingga terjadi proses pemisahan zat padat dari air limbah. hanya anoda yang digunakan adalah besi dan digunakan untuk mengolah air sungai.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan decant oil yaitu limbah minyak yang masih terkandung di dalam air sebagai bahan uji dalam proses elektrokoagulasi.

Peralatan ini dilakukan di laboratorium secara batch dengan alat elektrokoagulasi yang terbuat dari dua komponen yaitu bak elektrokoagulasi dan plat elektroda. Bak elektrokoagulasi dibuat dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 30 cm sehingga kapasitas maksimum bak sebesar 8 liter. Bak ini dibuat menggunakan kaca dengan ketebalan 0,5 cm. Sedangkan elektroda terdiri dari katoda yang terbuat dari aluminium dan anoda yang terbuat dari bahan stainless steel dengan ukuran masing lebar 3 cm, panjang 5 cm dan tebal 8 mm. Peralatan lain yang dipakai yaitu sumber daya sebesar 12 volt.



Rangkaian Proses Elektrokoagulasi

Tahap persiapan dari penelitian ini adalah pengambilan sampel limbah decant oil. Sebelum diambil limbah dicampur terlebih dahulu agar terjadi pencampuran yang merata, kemudian diambil dengan menggunakan gayung, air limbah di masukkan kedalam jerigen dengan gayung dan corong. Jerigen diisi penuh lalu dibawa untuk dilakukan penelitian. Alat elektrokoagulasi ini terdiri dari dua komponen penting, yaitu dimensi bak terdiri dari panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 30 cm. Bak ini terbuat dari kaca dengan tebal 0,5 cm. Penelitian ini berskala laboratorium dan dilakukan menggunakan metode *batch*. Ukuran plat elektroda yang dipakai berukuran 3 cm x 5 cm dengan tebal 8 mm. Elektrode terdiri anoda yang terbuat dari bahan *Stainless steel* dan katoda yang terbuat dari bahan aluminium. Elektrode dipasang secara berselang antara anoda dan

katoda yang dilakukan dalam 2 variasi jarak, yaitu jarak 2 cm dan 6 cm. Dalam proses elektrokoagulasi elektroda dialiri arus listrik searah secara paralel. Tahapan pengoperasian alat dimulai dengan pemeriksaan bahwa semua rangkaian telah tersusun dengan benar. Rangkaian alat diperiksa kembali sebelum memulai proses pengolahan. Memasukkan limbah kedalam bak elektrokoagulasi sebanyak 1 liter. Pengambilan sampel dilakukan sesuai dengan data run percobaan. Di mana setiap run percobaan di lakukan perulangan sebanyak 7 kali sehingga di dapat data hasil percobaan.

3. Hasil dan Pembahasan

Besarnya rapat arus, waktu dan jarak elektroda akan mempengaruhi kecepatan dan efisiensi terjadinya pembentukan flok. Sehingga dengan adanya perubahan ke tiga variabel tersebut akan mempengaruhi berlangsungnya proses elektrokoagulasi terhadap air limbah. Maka mengetahui sifat perubahan dari ketiga variabel tersebut menjadi perlu agar proses elektrokoagulasi dapat berlangsung secara lebih efektif dan efisien konsentrasi awal COD sebesar 317,53 mg/l

Tabel 1. Perubahan konsentrasi COD terhadap rapat arus, waktu dan jarak elektroda

No	Rapat Arus (A/dm ²)	Waktu (menit)	Jarak (cm)	COD (mg/l)
1	32	120	6	225,7003
2	32	120	2	223,4459
3	32	60	6	231,4476
4	32	60	2	228,7804
5	16	120	6	241,5768
6	16	120	2	239,9574
7	16	60	6	243,9901
8	16	60	2	241,7356

Tabel 2. Interepretasi Data Efek

Efek	Hasil	Keterangan	
Rata- rata	234,57	R (Rapat Arus)	
R	14,47	W (Waktu)	
W	3,81	J (Jarak)	
J	2,19	RW (Rapat-waktu)	
RW	1,72	RJ (Rapat-Jarak)	
RJ	0,26	WJ (Waktu-Jarak)	
WJ	0,26	RWJ (Rapat-Waktu-Jarak)	
RWJ	0,05		

Dari Grafik Probabilitas pada table 2 diatas diketahui bahwa efek yang paling berpengaruh terhadap elektrokoagulasi adalah Rapat Arus, Waktu, Jarak dan interaksi waktu-jarak karena mempunyai harga yang besar, dengan konsentrasi awal COD yaitu sebesar 317,53 mg/l. Dengan ketentuan perubahan hasil setelah mengalami proses elektroagulasi di dapat efisiensi perubahan konsentrasi COD terbesar yaitu pada Run ke-2 dengan efisiensi penurunan konsentrasi COD sebesar 29,83% pada rapat arus 32 A/dm², waktu 120 menit, jarak elektroda 2 cm, dengan nilai COD sebesar 223,45 mg/l. Sedangkan rata-rata efisiensi penurunan konsentrasi COD yaitu sebesar 26,12%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar rapat arus, serta waktu elektrokoagulasi yang semakin lama dengan jarak antar elektroda yang semakin pendek maka konsentrasi penurunan kadar COD juga akan semakin besar.

Proses Elektrokoagulasi ini dapat dijabarkan dengan reaksi berikut :

1. Pada elektroda positif (anoda)
 $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}$
2. Sekitar elektroda
 $\text{Fe}^{2+} + 2(\text{OH})^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
3. Pada permukaan elektroda negatif (katoda)
 $\text{Al}^{2+} + 3\text{e} \longrightarrow \text{Al}$
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \longrightarrow \text{H}_2 + 2(\text{OH})^-$

Pada anoda terjadi reaksi oksidasi terhadap anion (ion negatif), anoda yang terbuat dari logam seperti besi akan mengalami reaksi oksidasi membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Mekanisme pengendapan flok $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dalam larutan pada bak elektrokoagulasi mengikuti prinsip koagulasi dan flokulasi karena adanya pertumbuhan massa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan pada akhirnya akan mengalami pengendapan.

Pada permukaan elektroda positif ini, Fe melepaskan elektronnya menjadi Fe^{2+} yang mengikat OH^- membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_2$ menjadi koagulan. Dari persamaan reaksi kimia diatas terlihat pembentukan gas oksigen dan hidrogen mempengaruhi pereduksian COD. Gas hidrogen membantu kontaminan mengapung atau terangkat. Hal ini menyebabkan tereduksinya dissolved organic atau material terlarut termasuk flok $\text{Fe}(\text{OH})_2$ yang mengikat limbah organik serta menangkap sebagian limbah organik yang tidak terdeposit pada batang katoda.

Produksi H_2 yang dihasilkan dari reaksi redoks menyebabkan material organik dapat tereduksi. Sebagian molekul yang terdapat pada limbah ditangkap oleh ion $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ kemudian penyisihan oleh H_2 sebagai senyawa organik membentuk gelembung yang dapat menurunkan COD. Ketika medan magnet diantara plat elektroda masih cukup besar, system ionic dari polutan limbah cenderung akan berkompetisi membentuk suatu flok-flok dengan ukuran yang jauh lebih besar sehingga proses oksidasi pada plat anoda juga semakin besar. Oleh karena dalam larutan nampak lebih keruh, karena diakibatkan terjadinya pembentukan flok oleh $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada bak elektrokoagulasi. Tetapi penurunan yang terjadi belum memenuhi standard baku mutu limbah cair untuk industri minyak yaitu 160 mg/l. Diharapkan dengan menaikkan rapat arus maka akan dihasilkan penurunan konsentrasi COD yang lebih signifikan.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa efisiensi penurunan maksimum konsentrasi COD adalah 29,83%, dengan efisiensi penurunan rata-rata sebesar 26,12%. Dengan variasi rapat arus, waktu, dan jarak elektroda yang paling significant dalam penurunan konsentrasi COD adalah pada rentang nilai 32 A/dm² untuk rapat arus, 120 menit untuk variasi waktu dan 2 cm untuk variasi jarak dengan nilai total penurunan konsentrasi COD sebesar 223,45 mg/l dari konsentrasi awal sebesar 317,53 mg/l sehingga telah terjadi penurunan konsentrasi sebesar 94,08 mg/l. metode elektrokoagulasi memberikan hasil penyisihan COD yang relatif baik karena mendekati 30%. Selain hal tersebut metode elektrokoagulasi juga lebih ramah dengan lingkungan karena tidak menggunakan bahan kimia yang dapat mencemari lingkungan, kemudian yang terakhir perlu penelitian lanjutan dengan penambahan koagulan pembantu sehingga didapatkan nilai penyisihan parameter pencemar yang lebih optimum.

Daftar Pustaka

- Purwanto, Syamsul Huda. 2005. *Teknologi Industri dan Elektroplating*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Kristanto, Philip. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi
- Susetyaningsih, Retno dkk. 2008. *Kajian Proses Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Limbah Cair*. ISSN 1978-0176
- Mukmin, Aris. 2006. *Pengolahan Limbah Industri Berbasis Logam Dengan Teknologi Elektrokoagulasi Flotasi*. Semarang
- Herawati, 2009, *Studi Aplikasi Teknik Elektrokoagulasi Dengan aliran Kontinyu Untuk Pengolahan Lindi TPA Benowo Menggunakan Aluminium dan Besi Sebagai Anoda*, Undergraduated Theses, Teknik Lingkungan Ekstensi, ITS, Surabaya.
- Pravitasari, A. V., 2008, *Penurunan Konsentrasi Tss (Total Suspended Solid), dan Minyak Lemak pada Limbah Cair Industri Batik Indah Rara Djonggrang Yogyakarta dengan Metode Elektrokoagulasi*, Teknik Lingkungan FTSP, UII.
- KontinyuRufiati, E., 2009, **Electrolysis Cell**, <http://etnarufiati.blogspot.com/search/label/Electrolysis%20Cell>, (12 November 2010)
- Salomgea.com, 2009, **Elektrolisis**, <http://www.qmia.110mb.com/elektrolisis.html>, (12 November 2010).
- Syahputra, B., 2007, **Carakerja Pengendapan Partikel Tersuspensi**, <http://bennysyah.edublogs.org/2007/04/12/cara-kerja-pengendapanpartikel-tersuspensi/>, (12 November 2010).