

# Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak pada Proses Elektrokoagulasi Menggunakan Sel Al-Al dengan Ketebalan 1 mm untuk Penyisihan TDS dari Limbah Cair Lumpur Bor

Apriyanto<sup>1)</sup>, Syarfi Daud<sup>2)</sup>, Edward HS MS<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, <sup>2)</sup>Dosen Teknik Kimia  
Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam,  
Pekanbaru 28293

Email : [apriyanto142@gmail.com](mailto:apriyanto142@gmail.com)

## ABSTRACT

*Liquid waste of the drilling mud is a waste that requires processing before it is released into the environment. Direct discharges to the environment especially to river may cause a risk in the water. Electrocoagulation is one of the alternative methods for wastewater treatment. Electrocoagulation is an electrochemical method for water treatment where on the anode occur the release of active coagulant in the form of metal ions while on the cathode electrolysis reaction occurs which release of hydrogen gas. In this electrocoagulation research the sample use liquid waste of drilling mud PT CPI Duri with TDS value 12.390-14.910 mg/L and pH 7,37-7,98. The research was conducted by batch systems. The electrode that used is Aluminum with size 20 cm x 10 cm x 1 mm. The variations used are electric currents (1, 2, 3, 4, 5 A) and contact time (15, 30, 45, 60, 75 min). Result of the research with treatment of contact time 45 minutes and the electric current of 5 A is the most effective treatment to reduce TDS from 14.800 mg/L to be 10.490 mg/L or reduce by 29,12% and the highest pH increase from 7,38 to be 8,76 or increase by 18,7% at treatment with a contact time of 75 minutes and the electric current of 4 A.*

**Key words** : Electrocoagulation, TDS, Aluminium Electroda, Batch System.

## 1. PENDAHULUAN

Masalah lingkungan hidup tidak bisa lepas dari kegiatan usaha hulu minyak dan gas bumi (Migas). Salah satu isu yang saat ini tengah mengemuka adalah masalah pengelolaan limbah kegiatan pengeboran. Masalah tersebut mendapat sorotan tajam dari Kementerian lingkungan hidup karena jumlah limbah dari industri hulu migas menempati urutan kedua terbanyak di Indonesia.

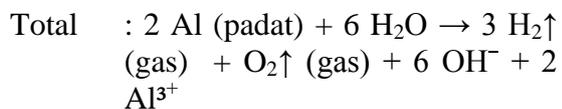
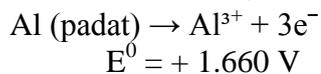
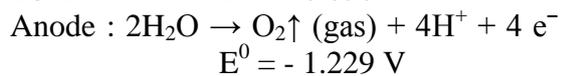
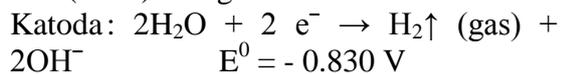
Limbah cair dari sisa lumpur pemboran merupakan limbah yang memerlukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dilepas ke lingkungan. Pembuangan langsung lumpur bor ke lingkungan khususnya ke badan air dapat

menimbulkan resiko di perairan. Endapan lumpur yang tinggi menunjukkan kadar TSS dan TDS yang tinggi pula. Hal ini menyebabkan kekeruhan pada air sehingga air menjadi berwarna dan melebihi nilai baku mutu.

Tujuan utama pengolahan limbah cair lumpur bor adalah menurunkan kadar zat-zat kimia yang terkandung seperti logam terlarut Fe dan Mn, kandungan logam berat, *total suspended solid* (TSS), *chemical oxygen demand* (COD), dan *biological oxygen demand* (BOD), *total dissolved solid* (TDS) dan pH sampai pada tingkat yang diizinkan dilepas ke lingkungan setelah dibandingkan dengan angka baku mutu sesuai dengan

Elektrokoagulasi merupakan metode elektrokimia untuk pengolahan air limbah dimana pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam (biasanya aluminium atau besi) ke dalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi rekasi elektrolisis berupa pelepasan gas hidrogen (Holt et.al., 2005).

Peristiwa oksidasi dalam suatu sel elektrokoagulasi terjadi di elektroda (+) yaitu anoda, sedangkan reduksi terjadi di elektroda (-) yaitu katoda. Reaksi yang terlibat dalam elektrokoagulasi selain elektroda adalah air yang diolah yang berfungsi sebagai larutan elektrolit. Reaksi elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium seperti ditulis oleh O'Dahl, dkk (1998) sebagai berikut :



Catatan: O<sub>2</sub> yang terbentuk sangat kecil

Dari hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Bambang Hari. P dan Mining Harsanti (2010), dengan limbah cair yang diolah adalah limbah cair tekstil. Elektroda yang digunakan adalah enam plat Al – Al. Hasil terbaik yang dicapai dari proses elektrokoagulasi pada variasi waktu 25 menit yaitu dapat menurunkan TSS = 76,27 % , Kekeruhan = 90,18 % , COD = 83,60 % , BOD = 87,35 % .

Hasil Penelitian oleh Sariadi, (2011), dengan limbah cair yang diolah adalah limbah cair dari hasil pencucian kopi. Jenis elektroda yang digunakan adalah *stainless steel* dan aluminium (p= 8 cm, l=3 cm). Hasil terbaik proses elektrokoagulasi ini pada voltase 12 V dan waktu 90 menit didapat penurunan kandungan COD 70,83 % , turbidity 71,54

% . TDS 28,57 % dan kenaikan pH sebesar 4,11 % .

Hasil Penelitian oleh Novie Putri Setianingrum dkk. (2016), dengan limbah cair yang diolah adalah limbah sintesis pewarna *remazol red rb*. Elektroda yang digunakan adalah 2 lempeng aluminium (p= 6 cm, l=8 cm dan tebal 0,1 cm). Hasil terbaik proses elektrokoagulasi ini pada voltase 10 V, waktu 60 menit, dan jarak elektroda 3 cm didapat penurunan kandungan COD 99,18 % dan parameter warna turun 97,23 % .

Flok dari elektrokoagulasi cenderung mengandung sedikit ikatan air, lebih stabil dan lebih mudah disaring (Woytowich, 1993). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi elektrokoagulasi ialah kerapatan arus listrik, pH, waktu, tegangan listrik, ketebalan pelat dan jarak antar elektroda.

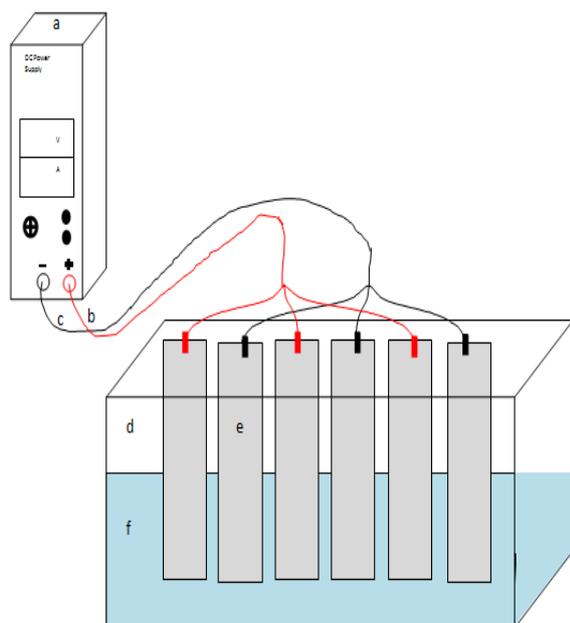
Dari masalah yang telah dirumuskan diatas maka penulis pada kesempatan ini akan melakukan penelitian pengolahan limbah cair lumpur bor dengan proses elektrokoagulasi dengan menambah dimensi elektroda yang digunakan, memvariasikan arus listrik dan waktu reaksi yang digunakan pada pada proses elektrokoagulasi.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah cair lumpur bor dari salah satu fasilitas pengolah limbah cair lumpur bor milik industri minyak dan gas di daerah Duri Riau. Sedangkan alat yang digunakan terdiri dari: Reaktor elektrokoagulasi dari container box plastik, elektroda yaitu 6 pelat aluminium, *power supply DC*, kabel penjepit buaya, Gelas ukur, pipet volume , bola hisap, botol sampel, TDS meter dan pH meter.

Berikut ini gambar rangkain alat reaktor elektrokoagulasi.



Gambar 2.1 Rangkaian Reaktor Elektrokoagulasi

Keterangan :

- a. Power supply DC
- b. Kabel penjepit buaya (+)
- c. Kabel penjepit buaya (-)
- d. Reaktor elektrokoagulasi
- e. Elektroda pelat aluminium
- f. Limbah cair lumpur bor

Variabel Penelitian

- Variabel tetap :
  1. Volume limbah 7 Liter
  2. Jarak elektroda 3 cm
  3. Ukuran elektroda 20 cm x 10 cm x 1 mm
- Variabel tidak tetap :
  1. Waktu Kontak : 15, 30, 45, 60, 75 menit
  2. Variasi Arus Listrik : 1, 2, 3, 4, 5 Ampere

## 2.2. Penentuan Kadar Parameter Awal

Penentuan kadar parameter awal dilakukan dengan mengukur konsentrasi TDS limbah cair lumpur bor dengan TDS Meter dan pH diukur dengan pH meter.

## 2.3. Proses Elektrokoagulasi Limbah Cair Lumpur Bor

Air limbah sebanyak 7 liter dimasukkan ke dalam reaktor elektrokoagulasi. Pasang penjepit buaya ke power supply dan ke elektroda serta atur jarak elektroda sejauh 3 cm. Untuk memulai proses elektrokoagulasi, aktifkan power supply dan atur arus listrik pada power supply pada nilai arus 1 A. Hidupkan stopwatch untuk menghitung lama waktu elektrokoagulasi. Amati perubahan yang terjadi selama proses berlangsung. Lakukan pengambilan sampel sebanyak 60 mL dengan menggunakan pipet volume pada saat waktu kontak mencapai 15, 30, 45, 60, dan 75 menit. Lakukan pengukuran nilai TDS akhir untuk mengetahui kandungan limbah yang tersisihkan. Dengan cara yang sama lakukan proses elektrokoagulasi dengan variasi arus listrik 2, 3, 4 dan 5 A.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

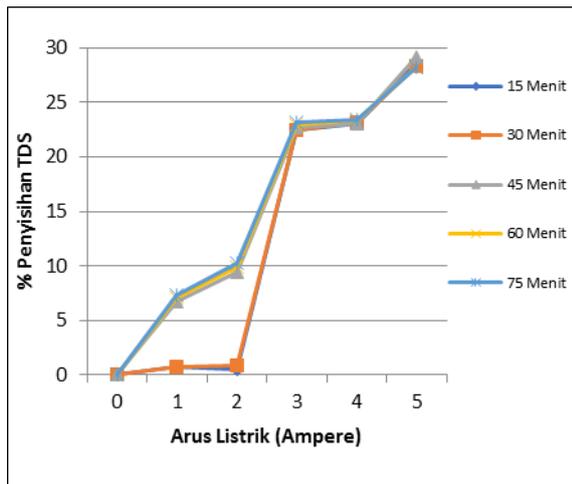
### 3.1. Karakteristik Awal Limbah Cair Lumpur Bor

Hasil pengukuran TDS dan pH dari limbah cair lumpur bor yang akan digunakan pada penelitian ini di peroleh nilai TDS awal 14.800 mg/L dan pH awal 7,38. Dari hasil pengukuran tersebut diketahui bahwa nilai TDS limbah cair lumpur bor masih sangat jauh dari standar baku mutu limbah cair

sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

### 3.2. Pengaruh Kuat Arus Terhadap Penyisihan TDS

Besarnya persentase penyisihan TDS pada proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium pada variasi arus listrik ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Grafik Persentase Penyisihan TDS Pada Variasi Arus Listrik

Berdasarkan Gambar 3.1 terlihat bahwa semakin besar kuat arus yang digunakan maka semakin besar persentase penyisihan TDS yang terjadi. Penyisihan TDS paling besar diperoleh pada variasi kuat arus 5 A dan waktu kontak 45 menit dapat menurunkan nilai TDS dari 14.800 mg/L menjadi 10.490 mg/L atau sebesar 29,12 %. Semakin besar kuat arus yang dialirkan maka semakin besar ion aluminium ( $Al^{3+}$ ) yang dihasilkan oleh anoda dan ion hidroksida ( $OH^-$ ) yang dihasilkan oleh katoda yang berfungsi sebagai koagulan.

Koagulan tersebut akan berikatan dengan partikel koloid yang ada di dalam air limbah sehingga mulai terbentuk flok. Gas hidrogen yang terbentuk pada katoda membantu flok mengapung atau terangkat sehingga menyebabkan tereduksinya material terlarut berupa ion-ion logam dalam air limbah sehingga menyebabkan kandungan TDS pada air limbah semakin menurun. Penurunan TDS tersebut mengakibatkan semakin meningkatnya persentase penyisihan TDS yang terjadi pada setiap kenaikan arus listrik yang dialirkan.

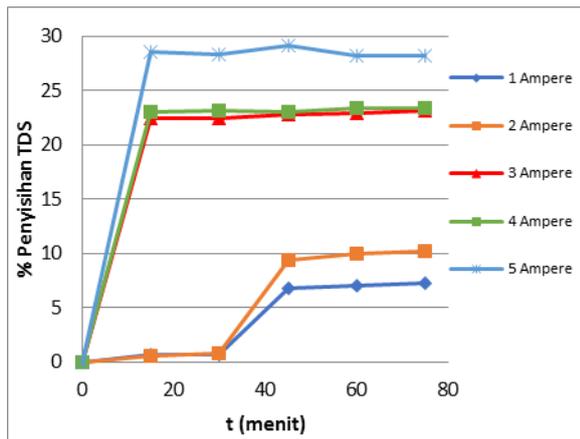
Nilai penyisihan TDS dari penelitian ini lebih besar apabila dibandingkan dengan penelitian oleh Sariadi (2011) dengan limbah cair yang diolah adalah

limbah cair dari hasil pencucian kopi dan elektroda yang digunakan adalah Al. Persentase penyisihan TDS paling besar dari penelitian ini diperoleh nilai 29,12 % pada waktu kontak 45 menit dan arus kuat 5 A dimana voltase pada arus tersebut 9,1 V, sedangkan dari hasil penelitian Sariadi diperoleh nilai penyisihan paling besar 28,57 % pada waktu kontak 90 menit dan voltase 12 V. Pada penelitian ini digunakan elektroda Al dengan ukuran yang lebih besar dan jumlah yang lebih banyak sehingga menghasilkan koagulan berupa ion  $Al^{3+}$  dan ion  $OH^-$  yang lebih besar yang mampu mengikat ion-ion polutan lebih cepat sehingga akan meningkatkan penyisihan TDS dengan waktu kontak yang lebih cepat.

Ion-ion  $Al^{3+}$  dihasilkan dari pelat aluminium yang digunakan sebagai anoda, hal itu ditandai dengan munculnya pori-pori pada pelat aluminium setelah proses selesai. Pada katoda akan dihasilkan ion hidroksida dan gas hidrogen. Munculnya gas hidrogen pada katoda ditandai dengan munculnya gelembung gas selama proses berlangsung sehingga timbul buih di permukaan air limbah dan setelah selesai proses pada pelat katoda terdapat bercak-bercak putih sebagai tanda dihasilkan gas hidrogen pada pelat katoda. Selain itu pada katoda yang digunakan timbul bercak-bercak warna coklat yang menandakan adanya ion-ion logam dari air limbah yang direduksi menjadi logamnya dan menempel pada pelat katoda.

### 3.3. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyisihan TDS

Besarnya persentase penyisihan TDS pada proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium pada variasi waktu kontak ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Grafik Persentase Penyisihan TDS Pada Variasi Waktu Kontak

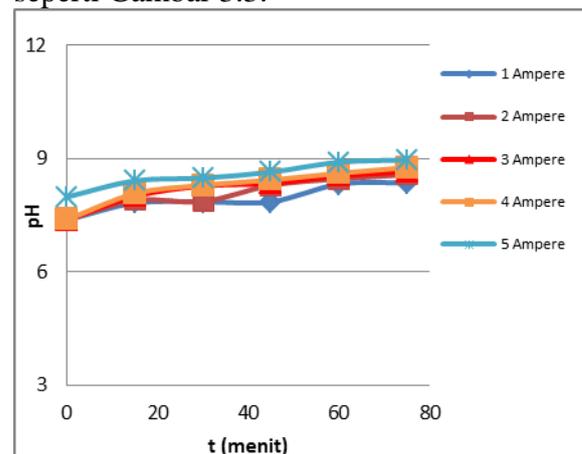
Dari Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa semakin besar waktu kontak maka semakin besar persentase penurunan TDS yang dihasilkan. Semakin lama waktu proses maka penurunan parameter pencemaran akan semakin baik. Ini juga sesuai hukum Faraday yang menyatakan semakin lama waktu proses maka akan semakin banyak koagulan yang terbentuk. Persentase penyisihan TDS paling besar yaitu 29,12 % diperoleh pada waktu kontak 45 menit dengan arus yang digunakan 5 A, kemudian penyisihan TDS mengalami kembali menurun pada waktu pada waktu kontak 60 menit. Menurunnya penyisihan TDS terjadi karena kejenuhan pada pelat elektroda yang digunakan dikarenakan flok yang menutupi permukaan pelat elektroda. Ketika arus listrik mengalir dari waktu ke waktu, ion aluminium yang keluar dari anoda dan ion hidroksida dari katoda akan terus bertambah sehingga jumlah flok juga bertambah. Jumlah flok yang terlalu banyak akan menyebabkan kejenuhan pada pelat elektroda sehingga kemampuan elektroda untuk menarik polutan dalam air limbah akan berkurang. Dampaknya penyisihan TDS dari air limbah akan berkurang sehingga persentase penyisihan nya menurun.

Pada Gambar 3.2 terlihat bahwa pada kuat arus 1 A dan 2 A persentase penyisihan

TDS masih rendah pada waktu kontak 15 menit. Hal ini disebabkan masih sedikitnya ion aluminium dan ion hidroksida yang berikatan dengan ion-ion logam yang ada dalam air limbah untuk membentuk flok. Flok-flok tersebut masih berukuran kecil dan belum mengalami flotasi oleh gas hidrogen dari katoda sehingga TDS yang tersisihkan sedikit. Namun, pada menit berikutnya flok-flok tersebut mulai membesar dan mengalami flotasi akibat terbentuknya gas hidrogen pada katoda yang akan mengakibatkan flok-flok polutan terpisah dari air limbahnya sehingga nilai TDS nya bisa meningkat.

### 3.4. Perubahan pH Selama Proses Elektrokoagulasi

Dari hasil percobaan yang dilakukan didapatkan terjadinya perubahan nilai pH seperti Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Grafik Perubahan Nilai pH Selama Proses Elektrokoagulasi

Dari gambar 3.3 dapat terlihat bahwa pH air limbah yang diolah dengan elektrokoagulasi mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya ion OH<sup>-</sup> pada katoda selama proses berlangsung. Dengan bertambahnya OH<sup>-</sup> didalam air limbah akan menyebabkan kenaikan pH. Kenaikan pH paling besar pada arus listrik 5 A dan waktu kontak 75 menit yaitu dari nilai 7,38 menjadi 8,96 atau sebesar 21,41%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh kuat arus dan waktu kontak pada proses elektrokoagulasi menggunakan sel Al-Al dengan ketebalan 1 mm untuk penyisihan TDS dari limbah cair lumpur bor didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Penyisihan nilai TDS paling besar dari 14.800 mg/L menjadi 10.490 mg/L atau sebesar 29,12 % dicapai pada kuat arus sebesar 5 A dan waktu kontak selama 45 menit.
2. Nilai pH air limbah yang diolah dengan elektrokoagulasi mengalami kenaikan dimana kenaikan pH paling besar pada kuat arus 4 A dan waktu kontak 75 menit yaitu dari nilai 7,38 menjadi 8,96 atau sebesar 21,41%.

#### Daftar Pustaka

- Holt, P. K., Barton, G. W., and Mitchell, C. A. 2005. The Future for Electrocoagulation as a Localised Water Treatment Technology. *Chemosphere*. 59: 355-367.
- Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. 1995. Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: Kep-03/Bapedal/09/1995 Tentang Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun. Jakarta
- Sariadi. 2011. Pengolahan Limbah Cair Kopi Dengan Metode Elektrokoagulasi Secara Batch. Lhokseumawe: Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Dahl, O., Kuokkanen, T., Kurvi, M., Niinimäki, J., and Kuopaniemi, H. 1998. Treatment of Acidic effluent from element Chlorine free Bleaching by electrolytic flocculation Filtration & Separation. Pp.827-830.
- Bambang, Hari P., Harsanti, Mining. 2010. Pengolahan Limbah Cair Tekstil Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Sel Al-Al. Bandung: Jurusan Teknik Kimia-Universitas Jendral Ahmad Yani.
- Setianingrum, Novie Putri, Prasetya, Agus, Sarto. 2016. Pengaruh Tegangan Dan Jarak Antar Elektroda Terhadap Pewarna Remazol Red Rb Dengan Metode Elektrokoagulasi. Vol. 1, No. 2, Hal. 93-97. Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Woytowich D.L., Dalrymple C. W., Britton M. G., 1993. Electrocoagulation (CURE) Treatment of Ship Bilge water for the U. S. Cost Guard in Alaska. *Marine Technology Society Journal*, Vol. 27. 1p. 62, Spring 1993.
- Wypych, G, 2004. *Handbook of Plasticizer*. US : Chemtech Publishing, Inc.