

# Efektifitas *Poly Aluminium Chloride* (PAC) Pada Pengolahan Limbah Lumpur Pemboran Sumur Minyak

Yustinawati, Nirwana, Irdoni HS

Jurusan S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293  
Telp. (0761) 63266 Fax. (0761) 63279, 65593  
Email: yustine@ymail.com

---

## ABSTRACT

*Handling on waste oil drilling mud in research area uses an integrated sludge waste treatment method known as Mud Centralized Treatment Facility (CMTF). One processing stage performed in CMTF is chemical treatment using aluminum sulfate coagulant where the process of coagulation is optimum yet because there were still contain sediment solids. Poly Aluminium Chloride (PAC) thus becomes an alternative coagulant for the treatment because the main properties of colloidal particles in PAC do coagulation in quickly and optimum pace. Research on the "Effectiveness Coagulant Treatment using Poly Aluminium Chloride on Waste Oil Drilling Mud" aims to evaluate the performance of PAC as coagulant in waste oil drilling mud compare to coagulant Aluminum Sulfate. Jar Test method resulting the optimum conditions of using PAC is on fast stirring speed 140 rpm and slow stirring speed 40 rpm in 6000 ppm (TSS: 84-88%, COD: 62-83% , Oil and grease: 73-75% and NH<sub>3</sub>: 69-92 %), while using aluminum sulfate in same stirring speed, the optimum result gain in 12,000 ppm (TSS: 34-77% , COD: 36-69% , Oil and grease: 39-55% and NH<sub>3</sub>: 53-55%). Based on two coagulants test result, the most effective coagulant is using PAC for waste oil drilling mud handling.*

**Key words: Drilling mud, Coagulation, PAC**

### 1. Pendahuluan

Daerah penelitian adalah salah satu perusahaan minyak yang bergerak dibidang eksploitasi minyak menghasilkan berbagai macam limbah seperti limbah lumpur pemboran, limbah air terproduksi, limbah air proses pelunakan pada pembuatan uap panas dan limbah pasir berminyak. Perusahaan minyak tersebut melakukan pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan, sehingga mematuhi peraturan pemerintah yang berlaku seperti

pengolahan limbah lumpur pemboran minyak.

Pengolahan limbah lumpur pemboran sumur minyak di PT Chevron menggunakan metode pengolahan limbah lumpur terpadu yang dikenal dengan *Centralized Mud Treatment Facility* (CMTF) yang sudah beroperasi selama kurang lebih lima tahun. sesuai dengan Standar Baku Mutu Lingkungan Kepmen LH No.KEP-51/MENLH/1995 tentang *effluent* limbah lumpur yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan.

Limbah lumpur pemboran sumur minyak yang dihasilkan perbulan memiliki volume rata-rata 7.65 m<sup>3</sup>/bulan dan diolah hingga menghasilkan 5423 m<sup>3</sup> *sludge cake* per bulan [Anonim, 2012].

Tahapan-tahapan pengolahan limbah lumpur pemboran minyak: *Pre Treatment, Chemical Treatment, Filtrate, Biological Treatment, dan Solid Treatment*

Dalam Pengolahan *Centralized Mud Treatment Facility* (CMTF) tahap 2 yaitu *Chemical Treatment* menggunakan koagulan Aluminium Sulfat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) sering menghadapi kendala yaitu masih banyaknya padatan yang tidak mengumpal disebabkan oleh sifat fisik dan kimia lumpur pemboran sumur minyak yang berbeda-beda untuk setiap sumur [Anonim, 2012]. Untuk memperbaiki kendala tersebut perlu dilakukan penelitian terhadap teknologi alternatif pengolahan limbah lumpur koagulan selain Aluminium Sulfat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) seperti *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Kelebihan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) antara lain lebih cepat membentuk flok dari pada koagulan biasa seperti Aluminium Sulfat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>).

Indriyati (2008) juga melakukan penelitian terhadap limbah cair pabrik kecap dengan menggunakan Aluminium Sulfat dan PAC. Hasil penelitian menunjukkan pemberian koagulan PAC dapat menurunkan nilai TSS yang cukup signifikan dibandingkan dengan Aluminium Sulfat (dengan konsentrasi 100 ppm, PAC mampu menurunkan TSS sebesar 60% sedangkan Aluminium Sulfat sebesar 20%).

Said (2009) melakukan penelitian terhadap air limbah

laboratorium dengan menggunakan koagulan aluminium sulfat dan PAC. Dari hasil penelitian didapat bahwa efektifitas PAC dalam mereduksi zat padat terlarut (TDS) jauh dibawah aluminium sulfat. Kemampuan aluminium sulfat mereduksi TDS rata-rata diatas 60% sedangkan PAC hanya berkisar antara 20-60%. Tetapi untuk reduksi amoniak (NH<sub>3</sub>) PAC jauh lebih efektif dibandingkan aluminium sulfat. Kemampuan PAC mereduksi NH<sub>3</sub> dalam air limbah sebesar 62% sedangkan aluminium sulfat hanya mampu mereduksi sebesar 25%.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengolahan limbah lumpur pemboran sumur minyak dengan menggunakan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) sebagai koagulan alternatif untuk pengolahan limbah tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 3 tahap yaitu, tahap pengambilan sampel, tahap pengujian jar tes, dan tahap analisis data. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah efluen lumpur pemboran sumur minyak yang berasal dari fasilitas pengolahan limbah lumpur. Sebelum dan sesudah proses koagulasi dengan menggunakan Jar Tes dilakukan pengujian terhadap parameter limbah seperti TSS, TD, COD, pH, minyak dan lemak dan, NH<sub>3</sub>. Untuk pengukuran pH dan TDS digunakan *PCS tester*, pengukuran TSS dan NH<sub>3</sub> menggunakan alat Spectrophotometer, dan COD menggunakan alat Reaktor HACH 800.

### 2.1 Persiapan Sampel

Dalam penelitian ini, sampel limbah lumpur pemboran sumur diperoleh dari CMTF, PAC diperoleh

dari salah satu perusahaan suplier Chemical dan bahan-bahan untuk analisa berserta Aluminium Sulfat telah tersedia di laboratorium tempat melakukan penelitian.

## 2.2 Persiapan Jar Tes

Pada proses jar tes dengan menggunakan koagulan aluminium sulfat sebagai larutan induk dengan kosentarsi 20.000 (20 gr/L) ppm. Larutan induk ini dibuat dengan cara melarutkan 20 gr Aluminium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) padat ke dalam 1000 ml (1L) air aquades. Untuk mendapatkan konsentrasi koagulan yang akan digunakan dilakukan pengenceran terhadap larutan induk. Konsentrasi Aluminium Sulfat yang akan digunakan : 9,000 ppm, 10,000 ppm, 11,000 ppm, 12,000 ppm, 13,000 ppm dan 14,000 ppm.

Dengan cara yang sama dilakukan juga untuk koagulan PAC dengan konsentarsi :4,000 ppm, 5,000

ppm, 6 ,000 ppm, 7,000 ppm, dan 8,000 ppm.

Pada proses koagulasi dengan jar tes ini, kita menggunakan 6 (enam) tempat limbah untuk satu kali proses dengan satu koagulan. Proses Jar Tes dengan menggunakan koagulan pertama yaitu Aluminium sulfat, ke-6 tempat limbah tersebut diisi dengan limbah sebanyak sebanyak 1000 ml (1 L) dan ditambahkan koagulan aluminium sulfat dengan konsentrasi yang berbeda-beda seperti yang telah ditentukan. Selanjutnya secara serentak dilakukan pengadukan cepat selama 5 menit dan dilanjutkan pengadukkan lambat selama 15 menit dengan kecepatan pengadukkan lambat 40 rpm. Selanjutnya dilakukan perlakuan yang sama dengan kecepatan pengadukkan cepat 120 rpm dan 140 rpm sedangkan untuk kecepatan pengadukkan lambat tetap sebesar 40 rpm. Proses diatas dilakukan juga dengan menggunakan koagulan PAC.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Karakteristik Limbah Lumpur Pemboran Sumur Minyak

Karakteristik limbah lumpur pemboran tanpa menggunakan koagulan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3. 1** Karakteristik Limbah awal tanpa Koagulan

Parameter	Satuan	Kadar Polutan Awal		Baku Mutu
		Sumur Vertikal	Sumur Horizontal	
TSS	ppm	1280	2672	200
TDS	ppm	9950	22315	2000
COD	ppm	1820	3320	100
Ph	ppm	8,9	9	7
Minyak/Lemak	ppm	21,1	111,9	10
NH <sub>3</sub>	ppm	8,97	26,8	1

## 3.2 Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Koagulan terhadap Kandungan Limbah Lumpur Pemboran Sumur Minyak

### 3.1.1 Total Suspended Solid (TSS)

Pengaruh jenis dan konsentrasi koagulan terhadap nilai TSS dapat dilihat pada Gambar 3.1. Dari gambar tersebut terlihat bahwa koagulan PAC mampu menurunkan kadar TSS sebesar 84% - 88% pada konsentrasi 6000 ppm, 140 rpm lebih tinggi dibandingkan aluminium sulfat yang dapat menurunkan kadar TSS sebesar 34% - 77% pada konsentrasi 12000 ppm, 140 rpm. Hal ini disebabkan karena PAC mempunyai daya koagulasi yang lebih besar dan kuat

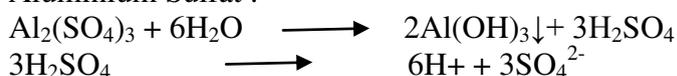
### 3.1.2 Total Dissolve Solid (TDS)

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa setelah dilakukan proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan aluminium sulfat dan PAC, kandungan TDS dalam limbah lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum proses koagulasi dan flokulasi. Hal ini terjadi karena reaksi hidrolisis yang melepaskan  $\text{SO}_4^{2-}$  (untuk

### 3.1.3 Derajat Keasaman (pH)

Penambahan koagulan PAC maupun Aluminium sulfat akan mempengaruhi pH air limbah, semakin banyak konsentrasi koagulan yang diberikan maka nilai pH akan semakin turun. Pada Gambar 3.3 dapat dilihat hubungan antara konsentrasi koagulan PAC dan Aluminium sulfat dengan pH.

Penggunaan koagulan aluminium sulfat menyebabkan Aluminium Sulfat :



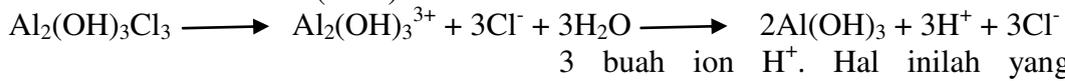
dan dapat menghasilkan flok yang lebih stabil walaupun pada suhu yang rendah [Alaerts dan Simetris, 1984]. Semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka semakin banyak kation yang dihasilkan dari koagulan, semakin banyak pula partikel-partikel koloid dalam limbah yang dinetralkan dan membentuk flok [Alerts dan Simetri, 1984].

Pada penambahan konsentrasi koagulan yang berlebihan maka nilai TSS akan meningkat, hal ini terjadi karena adanya proses absorpsi kation yang berlebihan oleh partikel-partikel koloid dalam limbah sehingga menyebabkan deflokulasi atau restabilisasi koloid [Alerts dan Simetri, 1984].

aluminium sulfat) dan  $\text{Cl}^-$  (untuk PAC) [Gabbie, 2005]. air limbah yang ditambahkan koagulan PAC mengalami kenaikan TDS yang lebih kecil dibandingkan koagulan aluminium sulfat karena konsentrasi PAC yang ditambahkan dalam proses koagulasi dan flokulasi tersebut lebih sedikit dibandingkan aluminium sulfat [Patoczka, dkk., 2006].

pelepasan sebuah ion hidrogen untuk tiap gugus hidrogen yang dihasilkan. Ion hidrogen yang dihasilkan tersebut menyebabkan pH turun dengan tajam sampai dibawah empat (4) sehingga limbah yang diolah menjadi lebih asam. Hal ini dapat dilihat dari reaksi sebagai berikut :

Poli aluminium klorida (PAC)



Dari reaksi diatas dapat dilihat bahwa pada reaksi hidrolisis, aluminium sulfat dalam air atau limbah melepaskan ion  $\text{H}^+$  sebanyak 6  $\text{H}^+$ . Sedangkan reaksi hidrolisis pada PAC hanya melepaskan

3 buah ion  $\text{H}^+$ . Hal inilah yang menyebabkan pH air yang menggunakan aluminium sulfat akan bersifat lebih asam dari pada menggunakan koagulan PAC [Murray, 1999].

### 3.1.4 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Nilai COD menyatakan banyaknya zat organik yang terdapat dalam air limbah yang dioksidasi oleh oksigen. Dari gambar 3.4, PAC mampu menurunkan nilai COD sebesar 62% - 83% , sedangkan aluminium sulfat 36% - 69%. Hal ini disebabkan karena PAC bersifat stabil dan cepat

membentuk flok dengan gumpalan yang padat sehingga lebih stabil. Dengan endapan yang stabil akan menurunkan kandungan zat yang tersuspensi. Dengan turunnya nilai zat tersuspensi maka nilai COD yang terdapat dalam limbah tersebut akan ikut turun.

### 3.1.5 *Oil and Grease (Minyak dan Lemak)*

Minyak dan lemak biasanya ditemukan mengapung diatas permukaan air, meskipun sebagian terdapat dibawah permukaan air. Adanya minyak dan lemak di atas permukaan air merintangi proses biologi dalam air sehingga tidak terjadi fotosintesa. Efektivitas koagulan aluminium sulfat dan PAC terhadap penurunan minyak dan lemak dalam limbah pemboran minyak dapat dilihat pada gambar 3.5

menurunkan kandungan minyak dan lemak dibandingkan koagulan aluminium sulfat. PAC mampu menurunkan nilai minyak dan lemak sebesar 73% - 75% sedangkan aluminium sulfat sebesar 39% - 55%. Hal dapat terjadi karena PAC lebih cepat membentuk flok daripada koagulan biasa karena gugus aktif aluminat yang bekerja efektif dalam mengikat koloid yang ikatannya diperkuat dengan rantai polimer dari gugus polielektrolite sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat.

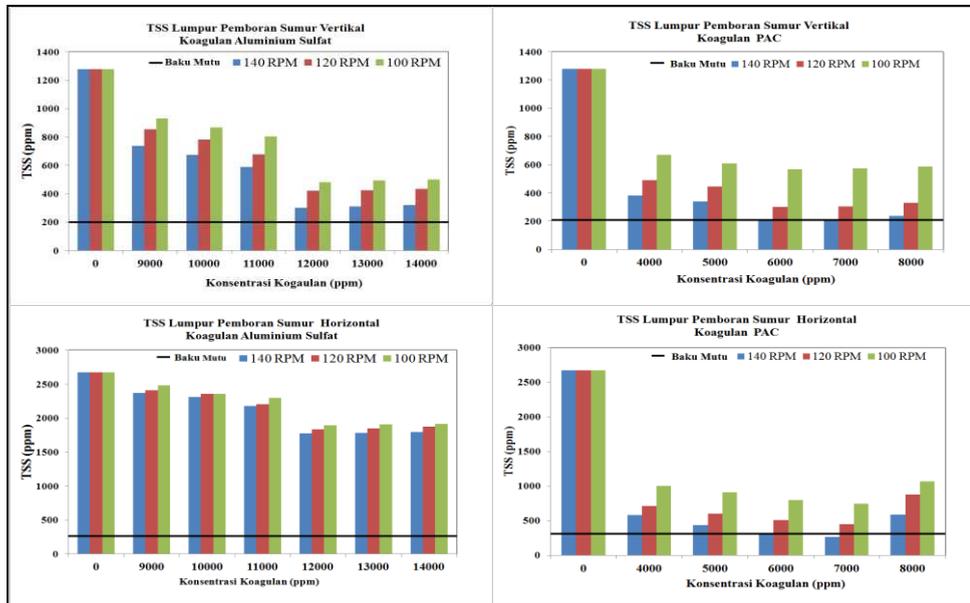
Pada gambar 3.5 terlihat bahwa koagulan PAC lebih efektif dalam

### 3.1.6 *Amoniak (NH<sub>3</sub>)*

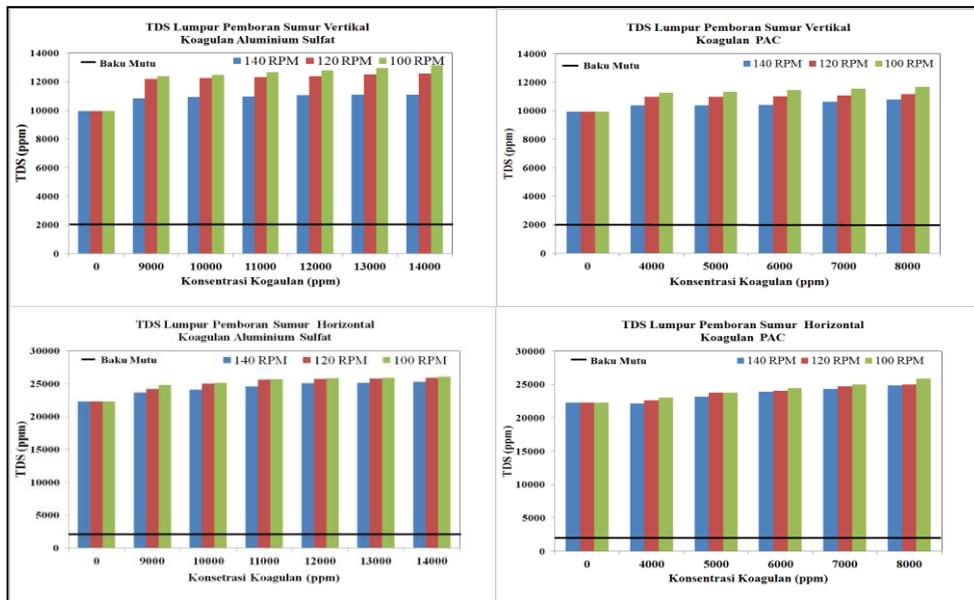
Efektivitas koagulan aluminium sulfat dan PAC terhadap penurunan amoniak dalam limbah pemboran dapat dilihat pada gambar 3.6. Dari gambar tersebut koagulan PAC lebih efektif dibandingkan koagulan aluminium sulfat.

Kemampuan koagulan PAC dalam menurunkan nilai  $\text{NH}_3$  sebesar 66% - 92% jauh lebih efektif dibandingkan dengan koagulan aluminium sulfat hanya bisa menurunkan sebesar 53% - 55%. Hal ini disebabkan karena PAC mempunyai daya koagulasi yang lebih tinggi dibandingkan aluminium sulfat sehingga amoniak sebagai zat pencemar anorganik yang terdapat

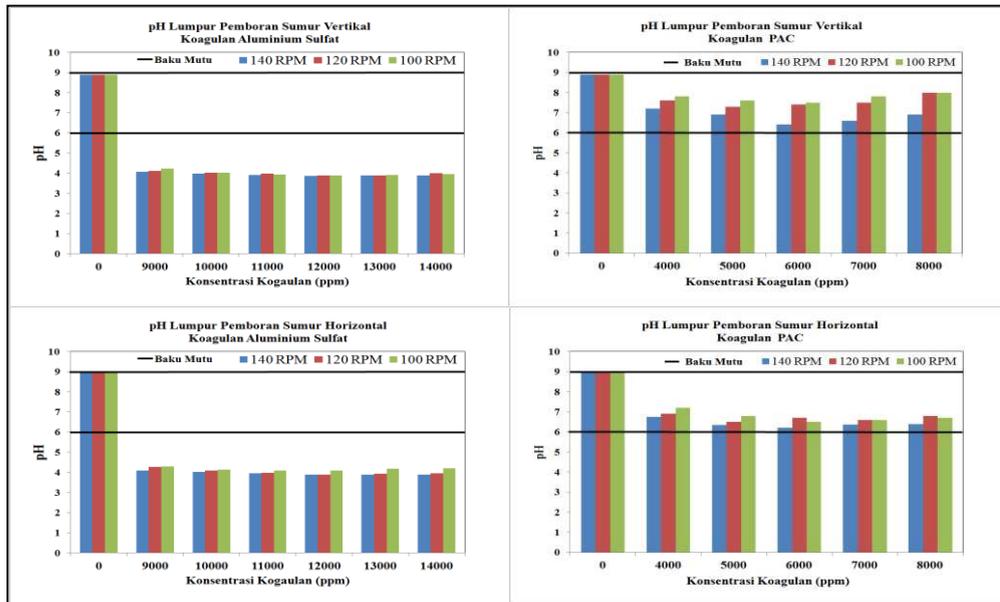
didalam partikel padat di air dapat tersuspensi lainnya [M. Dunnivant, Frank., 2004].  
 terendapkan dengan baik bersama zat



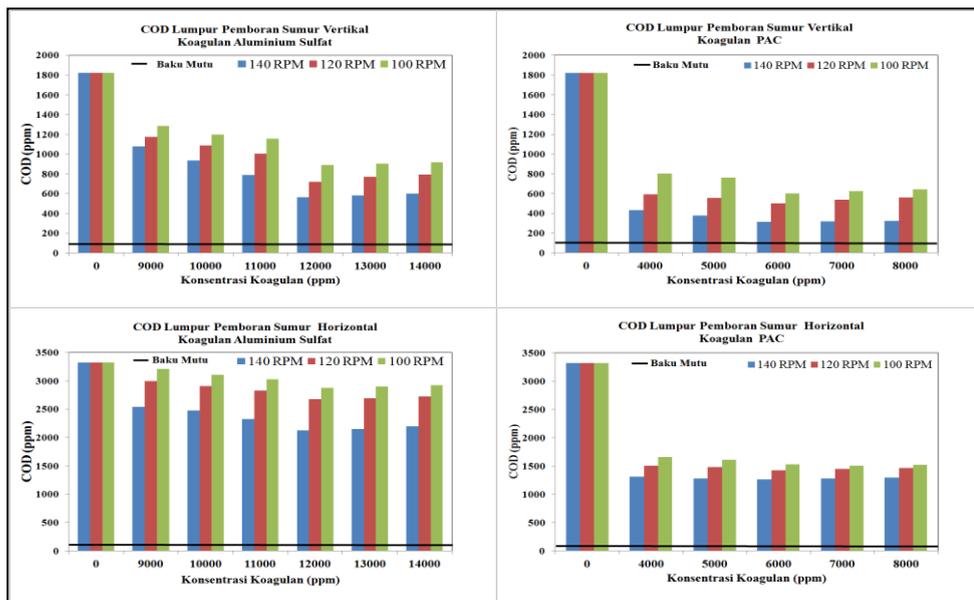
**Gambar 3.1** Nilai TSS pada Limbah Pemboran Sumur Minyak



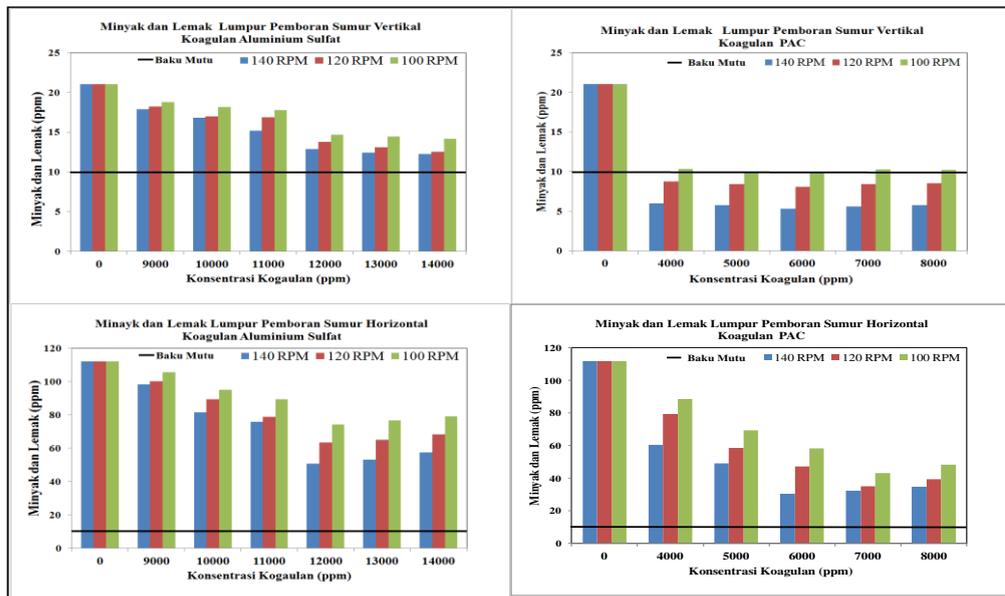
**Gambar 3.2** Nilai TDS pada Limbah Pemboran Sumur



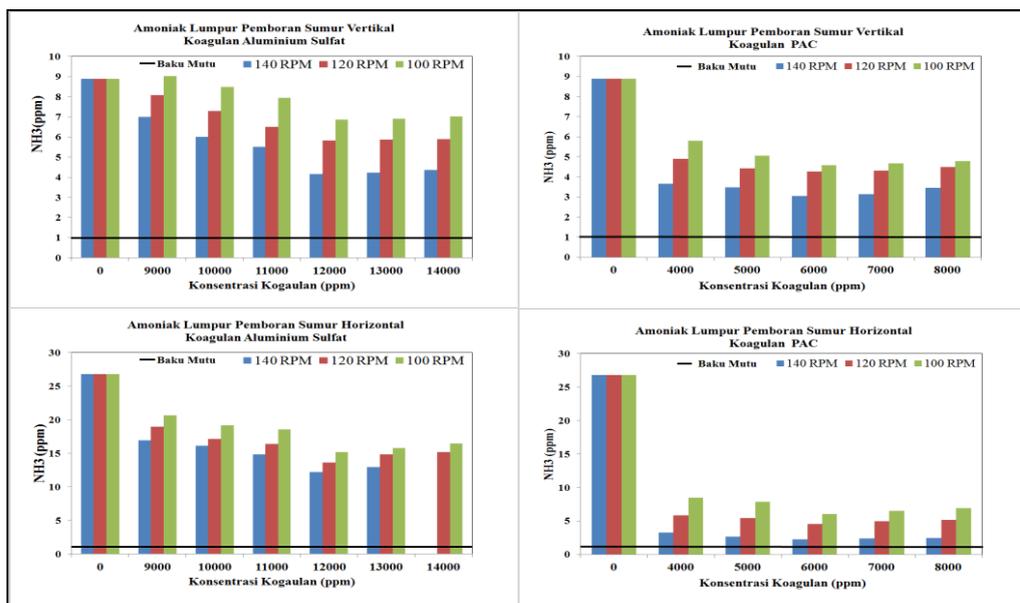
**Gambar 3.3** Nilai pH pada Limbah Pemboran Sumur



**Gambar 3.4** Nilai COD pada Limbah Pemboran Sumur



**Gambar 3.5** Nilai Minyak dan Lemak pada Limbah Pemboran Sumur



**Gambar 3.6** Amoniak (NH<sub>3</sub>) pada Limbah Pemboran Sumur

### 3.3 Pengaruh Kecepatan Pengadukkan terhadap Kandungan Limbah Lumpur Pemboran Sumur Minyak

Dalam penelitian ini mevariasikan pengadukkan cepat pada kecepatan : 100 rpm, 120 rpm, dan 140 rpm. Dari Gambar 3.1 - 3.6, dapat terlihat efektivitas proses koagulasi dan flokulasi dipengaruhi oleh kecepatan pengadukkan. Hasil optimum dicapai pada kecepatan

pengadukkan 140 rpm, hal ini disebabkan dengan semakin cepatnya pengadukkan cepat, semakin banyak tumbukan yang terjadi antar partikel. Tumbukan antar partikel menyebabkan koloid dan partikel

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa,

1. Kinerja koagulan PAC lebih efektif dibandingkan dengan koagulan aluminium sulfat pada proses pengolahan limbah lumpur pemboran sumur minyak vertikal dan horizontal.
2. Keefektifan koagulan PAC ini terlihat dalam penurunan nilai atau kadar polutan (TSS, TDS, COD, pH, minyak dan lemak, dan NH<sub>3</sub>) dengan penggunaan konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi yang digunakan pada koagulan aluminium sulfat.
3. Pada proses koagulasi pengolahan limbah lumpur pemboran sumur minyak vertikal dan horizontal didapat pada penggunaan koagulan PAC kondisi optimum pada kecepatan pengadukkan cepat 140

yang stabil berubah menjadi tidak stabil karena terurai menjadi partikel yang bermuatan positif dan negatif dan koagulan dapat terdispersi dengan sempurna [Alaerts, 1984].

rpm, konsentrasi 6000 ppm (untuk semua parameter yang dianalisa).

#### 5. Saran

Dari penelitian ini dapat disarankan agar penelitian lebih lanjut dilakukan dengan memperkecil rentang konsentrasi yang digunakan pada kecepatan pengadukkan yang optimal terhadap koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dalam pengolahan limbah lumpur pemboran sumur minyak.

#### 6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dra Nirwana, MT dan Bapak Drs Irdoni HS, MS yang telah membimbing dan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

Alaerts dan Simestri, 1984, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya.

Anonim, 1993, *Petunjuk Pemeriksaan Air Minum/ Air Bersih*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Pusat Laboratorium Kesehatan, Jakarta.

Anonim, 2012, *Internal Report*, PT. Chevron Pacific Indonesia, Duri.

Gebbie, Peter., 2005, Using Polyaluminium Coagulant in Water Treatment, [http://www.wioa.org.au/conference\\_papers/2001/pdf/paper6.pdf](http://www.wioa.org.au/conference_papers/2001/pdf/paper6.pdf), 7

Indriyati, I., 2008, Proses Pengolahan Limbah Organik secara Koagulasi dan Flokulasi, *Jurnal LIPI*, 2(4),125-130.

M. Dunnivant, Frank., 2004, *Environmental Laboratory Exercises for Instrumental*

*Analysis and Environmental Chemistry*, Jhon Willey & Sons, Brooklyn New Jersey, 233 bab 6.

Murray, dkk, 1999, *Biokim Haper*, Edisi Ke-24. Buku Kedokteran EGC, Jakarta, Hal: 18-19.

Patoczka, Jurek., 2007, Impact of Chemicals Addition in Water Treatment on TDS Concentration and Sludge Generation,  
<http://www.patoczka.net/Jurek%20Pages/Papers/Florida%2007%20Paper.pdf>, 7 Desember 2013.

Satterfiled, Z., 2005, Jar Testing,  
[http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009\\_tb/jar\\_testing\\_dwfsom73.pdf](http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009_tb/jar_testing_dwfsom73.pdf),  
23 Juni 2012.

Zaid, M., 2009, Pengolahan Air Limbah Laboratorium dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat dan Poli Aluminium Klorida (PAC), *Jurnal Penelitian Sains*, Edisi khusus Desember 2009, 38-43.