

OPTIMIZATION OF THE ALUMINUM SULFATE AND PAC (POLY ALUMINUM CHLORIDE) COAGULANT ON TELLO RIVER WATER TREATMENT

Setyo Erna Widiyanti

Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10 Tamalanrea, Makassar, 90245, Indonesia

*E-mail corresponding author: setyoernawidiyanti@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 20-02-2018 Received in revised form: 27-03-2018 Accepted: 10-04-2018 Published: 21-04-2018</p> <p><i>Keywords:</i> Total Suspended Solid Coagulation Aluminium Sulfate Poly Aluminium Chloride (PAC)</p>	<p><i>Tello River water used by PT. PLN SULTANBATARA for sanitation and process water. One of the process's water is boiler feed water. River water has fluctuative characteristics depending on the season that occurs such as turbidity and Total Suspended Solid (TSS). The presence of TSS in boiler feed water needs to be minimized as it can decrease boiler performance in generating heat. The concentration of TSS in river water can be removed by coagulation and flocculation method with the addition of coagulant. Excessive coagulant distribution will increase the concentration of dissolved solids (TDS) of water. Thus, it is necessary to determine the optimum concentration of coagulant based on initial TSS concentration of river water. The objective of this research is to determine the optimum concentration of Aluminium Sulfate ($Al_2(SO_4)_3$) and PAC (Poly Aluminium Chloride) Coagulant in reducing TSS water of Tello River. The sample used in this research is Tello river water which has an initial TSS concentration of 150 mg/L. The coagulant used was Aluminium Sulfate and PAC with several concentration variation of 5% - 40% to the initial TSS concentration of river water. Analysis of TSS content of samples using Gravimetry method. The optimum concentration of coagulant Aluminium Sulfate and PAC was 35% and 25% to the initial TSS concentration of river water where the final concentration of TSS obtained was 20 mg/L and 15.5 mg/L with percent TSS removal of 86.67% and 89.6 %.</i></p>

OPTIMASI KOAGULAN ALUMINIUM SULFAT DAN PAC (POLY ALUMINIUM CHLORIDE) PADA PENGOLAHAN AIR SUNGAI TELLO

Abstrak- Air Sungai Tello biasa dimanfaatkan oleh PT. PLN SULTANBATARA untuk dijadikan air sanitasi dan air proses. Salah satu dari air proses itu adalah air umpan boiler. Air sungai memiliki karakteristik yang fluktuatif bergantung pada musim yang terjadi seperti kekeruhan dan Total Suspended Solid (TSS). Kehadiran TSS dalam air umpan boiler perlu diminimalkan karena dapat menurunkan kinerja boiler dalam menghasilkan panas. Konsentrasi TSS dalam air sungai bisa dihilangkan dengan metode koagulasi dan flokulasi dengan penambahan koagulan. Sehingga dibutuhkan penentuan konsentrasi optimum koagulan yang didasarkan pada konsentrasi TSS awal air sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi optimum koagulan Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) dan PAC (Poly Aluminium Chloride) dalam mereduksi TSS air sungai Tello. Sampel yang digunakan dalam penelitian adalah air sungai Tello yang memiliki konsentrasi TSS awal 150 mg/L. Koagulan yang digunakan adalah Aluminium Sulfat dan PAC dengan variasi konsentrasi 5% - 40% terhadap konsentrasi TSS awal air sungai. Analisa kadar TSS sampel menggunakan metode Gravimetri. Konsentrasi optimum koagulan Aluminium Sulfat dan PAC adalah 35% dan 25% terhadap konsentrasi TSS awal air sungai dimana konsentrasi akhir TSS yang diperoleh sebesar 20 mg/L dan 15,5 mg/L dengan persen removal TSS sebesar 86,67 % dan 89,6%

Kata kunci: Total Suspended Solid, Koagulasi, Aluminium Sulfat, Poly Aluminium Chloride (PAC)

PENDAHULUAN

Air Sungai Tello biasa dimanfaatkan oleh PT. PLN SULTANBATARA untuk dijadikan air sanitasi dan air proses. Salah satu dari air proses itu adalah air umpan boiler. Sebelum digunakan sebagai air umpan boiler, air sungai Tello harus diolah terlebih dahulu di *Water Treatment Plant* sampai sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Air sungai memiliki karakteristik yang fluktuatif bergantung pada musim yang terjadi seperti kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS). Kehadiran TSS dalam air umpan boiler perlu diminimalkan karena dapat menurunkan kinerja boiler dalam menghasilkan panas. Konsentrasi TSS dalam air dapat dihilangkan dengan proses koagulasi dan flokulasi dengan melakukan penambahan koagulan seperti aluminium sulfat dan poli aluminium chloride (Ehteshami et al., 2015).

Permasalahan yang sering terjadi adalah penentuan konsentrasi koagulan yang harus ditambahkan untuk menghilangkan TSS dalam air sungai. TSS air sungai sangat fluktuatif bergantung dengan musim, sehingga ketika air sungai keruh (pada saat musim penghujan) koagulan yang ditambahkan akan banyak begitu juga sebaliknya. Pemberian koagulan yang berlebih justru akan meningkatkan konsentrasi padatan terlarut (TDS) air. Penelitian yang dilakukan oleh Beyene et al. (2016) terjadi peningkatan konsentrasi TDS dari 354 mg/L menjadi 948 mg/L dengan penambahan koagulan Aluminium Sulfat sebesar 0 g sampai dengan 3,5 g. Konsentrasi TDS yang tinggi akan menurunkan kinerja boiler, sehingga dibutuhkan penentuan konsentrasi optimum koagulan yang didasarkan pada konsentrasi TSS awal air sungai untuk memaksimalkan pengurangan TSS dan meminimalkan timbulnya TDS akibat pemakaian koagulan berlebih. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi optimum koagulan Aluminium Sulfat dan PAC dalam mereduksi TSS air sungai Tello.

Mekanisme proses koagulasi dan flokulasi dalam menghilangkan TSS adalah koagulan ditambahkan disertai dengan pengadukan cepat untuk menetralkan muatan (mendestabilisasi) partikel-partikel tersuspensi dan koloid didalam air yang biasanya mempunyai muatan negatif dan berukuran kurang dari 1 μm , sehingga terbentuk mikroflok yang belum terlihat oleh mata dan berukuran sekitar 1 – 100 μm . Mikroflok saling bertumbukan akibat adanya gaya Brown kemudian saling berikatan membentuk agregat yang lebih besar (flokulasi perikinetik). Pengadukan lambat dilakukan untuk memberi kesempatan mikroflok saling berikatan (Flokulasi Ortokinetik), sehingga terjadi pembentukan makroflok yang dapat

mengendap oleh gaya gravitasi (Choy et al., 2013). Koagulan yang sering digunakan adalah Aluminium Sulfat dan Poly Aluminium Chloride (PAC).

Penelitian yang dilakukan oleh Ebeling et al. (2004) menggunakan koagulan Aluminium Sulfat dengan kandungan TSS awal sampel sebesar 320 mg/L. Aluminium sulfat diberikan dengan konsentrasi 60 mg/L dalam kondisi operasi, pengadukan cepat selama 1 menit (150 rpm), pengadukan lambat selama 20 menit (20 rpm), pengendapan selama 30 menit. Dengan kondisi operasi tersebut, didapat persen removal TSS sebesar 97,08%.

Penelitian yang dilakukan oleh Zand and Hoveidi (2015) menggunakan koagulan PAC untuk mengurangi kekeruhan dari sampel. Mereka melakukan variasi Konsentrasi koagulan, kekeruhan awal sampel dan pH. Konsentrasi koagulan yang digunakan adalah 10 mg/L - 50 mg/L, kekeruhan awal sampel yang digunakan adalah 10 NTU - 1000 NTU, pH proses yang digunakan adalah 4 - 8. Kondisi operasi yang digunakan adalah pengadukan cepat selama 1 menit (350 rpm), pengadukan lambat selama 20 menit (30 rpm), dan pengendapan selama 45 menit. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil penelitian dari Zand and Hoveidi (2015)

Kekeruhan awal (NTU)	Optimum pada Konsentrasi koagulan mg/L	pH	% removal kekeruhan
10	10	5	99
50	10	5	99,6
100	10	5	98,8,
200	10	5	93,8
500	10	5	94,1
1000	20	5	94,6

METODE PENELITIAN

Air sungai Tello yang memiliki konsentrasi TSS awal 150 mg/L sebanyak 500 ml dimasukkan ke dalam beker gelas kemudian di ukur pHnya. Koagulan Aluminium Sulfat ditambahkan ke dalam sampel dengan variasi konsentrasi 5% - 40% terhadap konsentrasi TSS awal air sungai. Sampel diaduk secara cepat (350 rpm) selama 1 menit (koagulasi) kemudian diaduk secara lambat (50 rpm) selama 20 menit (flokulasi). Sampel dibiarkan selama 30 menit kemudian diukur pH dan dianalisa kadar TSS menggunakan metode gravimetri. Hal yang sama dilakukan untuk koagulan PAC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menjawab tujuan dari penelitian ini, harus dilakukan perbandingan hasil proses kogulasi dan flokulasi dari kedua koagulan (Aluminium Sulfat dan PAC). Perbandingan hasil proses

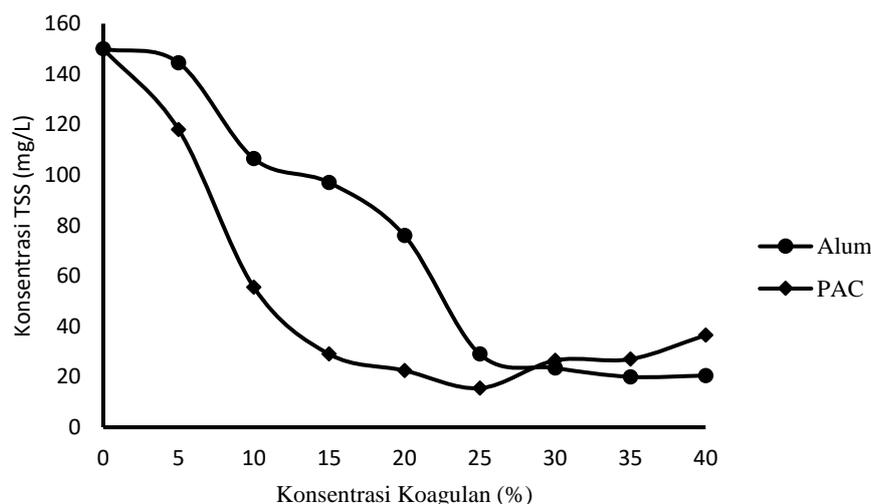
koagulasi dan flokulasi menggunakan koagulan Aluminium Sulfat dan PAC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan hasil proses koagulasi dan flokulasi menggunakan koagulan Aluminium Sulfat dan PAC

Dosis Koagulan (%)	pH akhir		Kadar TSS (mg/L)		% removal TSS	
	Alum	PAC	Alum	PAC	Alum	PAC
0	5,5	5,5	150	150	0	0
5	5	5	144,5	118	3,6	21,3
10	5	5	106,5	55,5	29	63
15	5	5	97	29	35,3	80,6
20	5	5	76	22,5	49,3	85
25	4,5	5	29	15,5	80,67	89,6
30	4,5	5	23,5	26,5	84,33	82,3
35	4,5	5	20	27	86,67	82
40	4,5	5	20,5	36,5	86,33	75,6

Berdasarkan Tabel 2. dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi koagulan dengan konsentrasi TSS serta grafik hubungan antara konsentrasi koagulan terhadap persen removal TSS

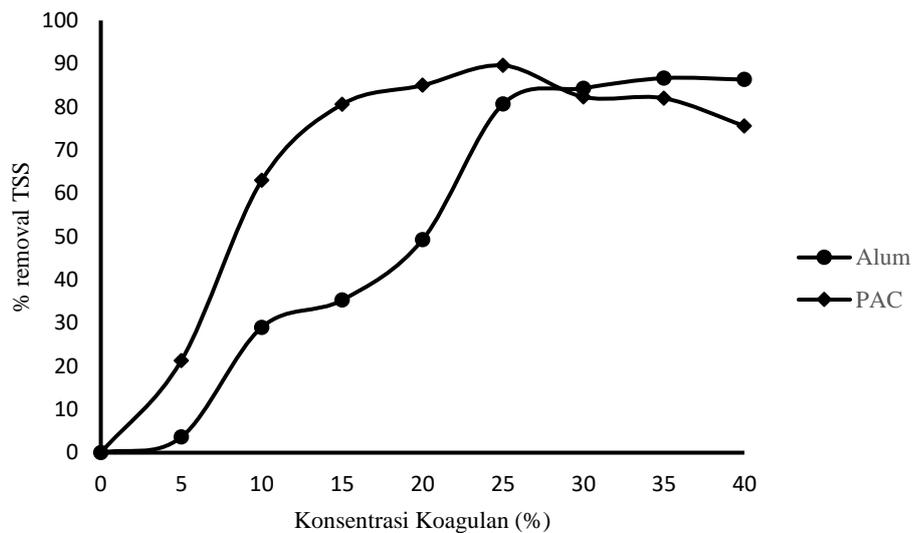
air. Grafik hubungan antara konsentrasi koagulan dengan konsentrasi TSS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan antara konsentrasi koagulan dengan konsentrasi TSS air

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa PAC mampu mengurangi konsentrasi TSS air lebih besar jika dibanding dengan Aluminium Sulfat. Hal ini disebabkan Aluminium Hidroksida hasil hidrolisis mengadsorpsi partikel-partikel tersuspensi dan mengikatnya dengan kuat, sehingga cepat terbentuk flok besar dan mengendap. Tidak hanya itu saja, kebutuhan PAC juga lebih sedikit jika dibandingkan Aluminium Sulfat untuk mencapai kondisi optimum. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Daud et al (2015) yang menyebutkan bahwa hasil penelitiannya membutuhkan PAC dengan konsentrasi 300 mg/L untuk mencapai kondisi optimum, sedangkan Aluminium Sulfat

membutuhkan sekitar 500 mg/L. Dalam penelitian ini kondisi optimum dicapai pada saat penambahan PAC sebesar 25% dan Aluminium Sulfat sebesar 35% terhadap konsentrasi TSS awal air. Hal ini juga membuat lumpur yang dihasilkan oleh Aluminium Sulfat lebih banyak jika dibandingkan dengan PAC. Pada saat kondisi optimum tercapai, PAC mampu menghilangkan TSS sebesar 89,6% dan Aluminium Sulfat mampu menghilangkan TSS sebesar 86,67%. Grafik hubungan antara konsentrasi koagulan dengan persen removal TSS dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara konsentrasi koagulan dengan persen removal TSS

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi koagulan (Aluminium Sulfat dan PAC) semakin besar pula persen removal TSS sampai mencapai titik optimumnya, setelah mencapai kondisi optimum semakin besar konsentrasi koagulan justru persen removal semakin menurun. Hal ini disebabkan partikel di dalam air yang telah berhasil di destabilisasi muatannya kembali menjadi stabil, sehingga partikel tersebut kembali ke keadaan tersuspensi (Aygun and Yilmaz, 2010).

Persen removal hasil dari penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian dari Daud et al. (2015). Penelitian yang dilakukan oleh Daud et al. (2015) mampu menghilangkan TSS sebesar 92% dan 97% dengan menggunakan koagulan Aluminium Sulfat dan PAC. Hal ini disebabkan oleh pH proses dalam penelitian Daud et al. (2015) dijaga pada pH 7, hal ini sesuai dengan Ebeling et al. (2004) yang menyatakan Aluminium Sulfat bekerja optimal pada range pH 6,5 – 7,5. Konsentrasi koagulan yang digunakan dalam penelitian ini juga lebih rendah dari konsentrasi koagulan yang digunakan dalam penelitian Daud et al. (2015). Dalam penelitian Daud et al. (2015) untuk mencapai kondisi optimum perlu ditambahkan koagulan Aluminium Sulfat sebesar 500 mg/L (144% dari konsentrasi awal TSS sampel), sedangkan PAC ditambahkan sebesar 300 mg/L (86% dari konsentrasi awal TSS sampel). Pemberian koagulan yang banyak justru akan meningkatkan padatan terlarut (TDS) dalam air setelah proses koagulasi dan flokulasi. Hal ini sangat dihindari karena TDS dapat menyebabkan timbulnya kerak dalam boiler sehingga dapat menurunkan efisiensi boiler.

Meskipun penelitian ini hasilnya lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian dari Daud et al (2015), akan tetapi penelitian ini lebih bermanfaat karena konsentrasi koagulan yang ditambahkan berdasarkan dari konsentrasi TSS awal air sampel. Sehingga hal ini mampu mengatasi permasalahan dalam penentuan konsentrasi koagulan yang harus ditambahkan untuk menghilangkan TSS air sungai yang bersifat fluktuatif bergantung dengan musim. Untuk lebih meningkatkan kinerja koagulan dalam menghilangkan TSS air dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pengoptimalan kondisi proses seperti pH, pengadukan cepat dan pengadukan lambat.

KESIMPULAN

Konsentrasi optimum koagulan Aluminium Sulfat dan PAC adalah 35% dan 25% terhadap konsentrasi TSS awal air sungai, dimana konsentrasi akhir TSS yang diperoleh sebesar 20 mg/L dan 15,5 mg/L dengan persen removal TSS sebesar 86,67 % dan 89,6%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AYGUN, A., & YILMAZ, T., 2010, "Improvement of coagulation-flocculation process for treatment of detergent wastewater using coagulant aids", *International Journal of Chemical and Environmental Engineering*, 1(2), 97-101.
- BEYENE, H. D., HAILEGEBRIAL, T. D., & DIRERSA, W. B., 2016, "Investigation of Coagulation Activity of Cactus Powder in Water Treatment", *Journal of Applied Chemistry*, 2016, 1-9
- CHOY, S., PRASAD, K., WU, T., & RAMANAN, R., 2013, "A review on common vegetables and legumes as promising plant-based natural coagulants in water clarification", *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(1), 367-390
- DAUD, Z., AWANG, H., LATIF, A., NASIR, N., RIDZUAN, M., & AHMAD, Z., 2015, "Suspended Solid, Color, COD and Oil and Grease Removal from Biodiesel Wastewater by Coagulation and Flocculation Processes", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 2407 – 2411
- EBELING, J., OGDEN, S., SIBRELL, P., & RISHEL, K., 2004, "Application of Chemical Coagulation Aids for the Removal of Suspended Solids (TSS) and Phosphorus from the Microscreen Effluent Discharge of an Intensive Recirculating Aquaculture System", *North American Journal of Aquaculture*, 66, 198–207.
- EHTESHAMI, M., MAGHSOODI, S., & YAGHOOBNIYA, E., 2015, "Optimum Turbidity Removal by Coagulation/Flocculation Methods From Wastewaters of Natural Stone Processing", *Desalination and Water treatment*, 57 (44), 1-9
- ZAND, A. D., & HOVEIDI, H., 2015, "Comparing Aluminum Sulfate and Poly Aluminum Chloride (PAC) Performance in Turbidity Removal from Synthetic Water", *Journal of Applied Biotechnology Reports*, 2(3), 287-292.