

Pengaruh Dosis Koagulan-Flokulan Dalam Menurunkan Kandungan Zinc Dan Fosfat Di Waste Water Treatment Plant (WWTP) PT POMI

Nur Hidayati¹, Adhi Setiawan², Ahmad Erlan Afiuddin³, Erwan Yulianto⁴

^{1,2,3} Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

⁴ PT Paiton Operation and Maintenance Indonesia (POMI)

*Email : nurhidayati21hida@gmail.com

Abstrak

PT POMI yang merupakan salah satu pembangkit di kawasan PLTU Paiton unit 3, 7 & 8 memiliki Waste Water Treatment Plant (WWTP) untuk mengolah limbah cairnya sendiri. Salah satu proses yang digunakan di WWTP adalah proses koagulasi-flokulasi yang terjadi di *aeration tank* dan *flocculant tank*. Proses koagulasi-flokulasi ini belum optimal dalam proses pengolahannya. Hal ini disebabkan dosis koagulan-flokulan yang digunakan kurang efektif untuk karakteristik air limbah yang akan diolah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh pH, dosis koagulan-flokulan dan dosis optimum pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan parameter *turbidity*, fosfat dan *Zinc*. Pengolahan ini dilakukan untuk memperoleh kondisi *effluent* yang tidak melebihi baku mutu *effluent* yang ditetapkan untuk masing-masing parameter. Pengukuran terhadap parameter *turbidity* menggunakan turbidimeter, fosfat dan *Zinc* menggunakan spektrofotometer. Proses koagulasi-flokulasi ini menggunakan metode *jar test* untuk skala laboratorium. Sampel ditambahkan dengan larutan *Zinc Phosphate* 25 ppm. Jenis koagulan-flokulan yang digunakan *organic coagulan*, *cationic flocculant*. Variabel yang digunakan adalah pH (8 dan 8,5); dosis koagulan (1,3 ppm; 1,5 ppm; 1,7 ppm; 1,9 ppm; dan 2,1 ppm); dan dosis flokulan (0,5 ppm dan 1 ppm). Persen *removal* terbesar dari masing-masing parameter diantaranya parameter *turbidity* 96,92%; fosfat 29,47%; dan *Zinc* 62,08%.

Kata Kunci : dosis, flokulasi, fosfat, *jar test*, koagulasi dan *Zinc*

1. PENDAHULUAN

Penambahan larutan *Zinc Phosphate* ($Zn_3(PO_4)_2$) 25 ppm dapat mengatasi permasalahan korosi perpipaan. Namun, menyebabkan timbulnya permasalahan lingkungan. Hal ini disebabkan *service water* dibutuhkan untuk proses *cleaning* di area Waste Water Treatment Plant (WWTP). Selain itu, kecenderungan dari semua proses *cleaning* di semua *plant* yang menggunakan *service water* akan mengalir dan terkumpul di *equalization basin* yang selanjutnya akan diolah di WWTP. Larutan *Zinc Phosphate* yang ditambahkan dalam perpipaan *service water* akan menyebabkan konsentrasi parameter *Zinc* dan fosfat di *influent* akan relatif tinggi. Maka diperlukan pengolahan untuk menurunkan kandungan *Zinc* dan fosfat tersebut, untuk menghasilkan *effluent* yang memenuhi peraturan yang digunakan. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 363 Tahun 2013 tentang Izin Pembuangan air Limbah ke Laut PT POMI, bahwa baku mutu untuk parameter logam berat seperti *Zinc* di *effluent* dibuang ke lingkungan kurang dari 1 ppm dan parameter fosfat 10 ppm. Pengolahan yang digunakan untuk menurunkan kandungan *Zinc* dan fosfat tersebut adalah proses koagulasi-flokulasi.

Proses koagulasi-flokulasi mempengaruhi daya penyisihan konsentrasi *Zinc* dan fosfat yang ada. Pengoptimalan dari proses koagulasi-flokulasi dibutuhkan untuk menyisihkan kedua parameter tersebut. Konsentrasi *effluent* diharapkan memiliki konsentrasi yang rendah dibawah baku mutu yang ditetapkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses koagulasi-flokulasi diantaranya yaitu pH dan dosis koagulan-flokulan, dan pengendapan.

Menurut Rahimah, dkk (2016) bila pembubuhan koagulan sesuai dosis yang dibutuhkan maka proses pembentukan inti flok akan berjalan baik. Proses pembentukan inti flok akan mempengaruhi keberhasilan dari proses flokulasi, karena proses flokulasi sendiri merupakan penggabungan dari inti-inti flok yang terbentuk yang bisa mengendap menjadi *sludge*.

Penelitian pendahuluan yang dilakukan Wulan, PDK, Dianursanti, Misri Gozan, dan Wahyu Ardie Nugroho. (2010) Penelitian ini membahas tentang optimasi penggunaan koagulan pada pengolahan air limbah batubara. Jenis koagulan yang digunakan diantaranya $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, PAC dan Nalco 8100. pH yang digunakan 5, 6, 7 dan 8 dan variasi dosis pada setiap pH. Parameter yang diukur adalah *turbidity*, pH, TSS, Fe, Mn dan Al.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan yang efektif digunakan untuk mengurangi beberapa parameter tersebut adalah koagulan Nalco 8100 dengan kondisi optimal yaitu di pH 8 dan dosis 1ppm. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh pH, dosis koagulan-flokulan dan dosis optimum pada proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan parameter *turbidity*, fosfat dan *Zinc*.

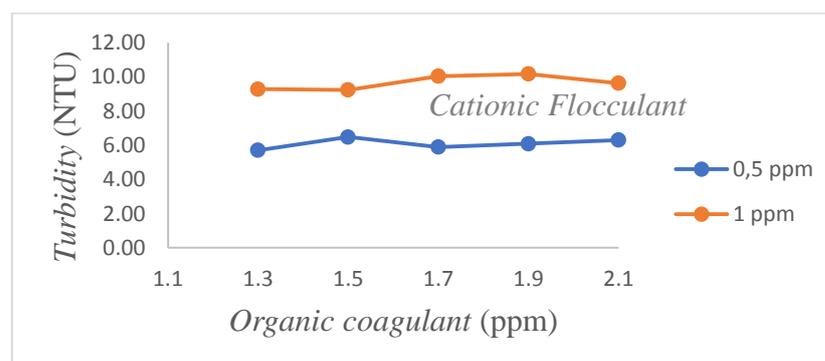
2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode *jar test* sebagai uji laboratorium, dimana metode ini digunakan untuk meniru kondisi lapangan yang ada berupa proses koagulasi-flokulasi yang ada di *Waste Water Treatment Plant* (WWTP). Alat *jar test* yang digunakan mempunyai enam pengaduk dengan dilengkapi penanda kecepatan pengadukan. Bahan yang digunakan *organic coagulant* (N8100) dan *cationic flocculant* (N71305) produk Nalco Ecolab. Dosis koagulan-flokulan yang ditambahkan didapat dari dosis yang digunakan di WWTP dan diperluas untuk mendapat dosis yang optimum untuk sampel air limbah. Dosis koagulan terdiri dari 1,3 ppm; 1,5 ppm; 1,7 ppm; 1,9 ppm; dan 2,1 ppm. Dosis flokulan yaitu 0.5 ppm dan 1 ppm.

Jar Test dilakukan dengan metode standar air limbah sebagai sampel. Kemudian disesuaikan pH sampel diatur sesuai variabel pH yang diinginkan dengan penambahan NaOH atau H₂SO₄ sesuai kebutuhan. Sampel 1 liter dimasukkan pada gelas ukur 1000 ml. Pengaduk dihidupkan sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Koagulan ditambahkan dengan pengadukan cepat selama 3 menit dengan kecepatan 100 rpm. Proses selanjutnya penambahan flokulan dengan pengadukan lambat selama 10 menit dengan kecepatan 35 rpm. Sampel diendapkan 30 menit untuk proses pengendapan flok. Sampel yang diambil merupakan bagian atas atau bagian bening setelah *jar test* dilakukan. Parameter yang dianalisa *turbidity*, *Zinc* dan fosfat. Pengukuran terhadap parameter *turbidity* menggunakan turbidimeter Hach 2100P. Pengukuran parameter fosfat dan *Zinc* menggunakan UV-Vis spektrofotometer Hach DR 3900. Panjang gelombang untuk analisa fosfat 700 nm dan panjang gelombang untuk analisa *Zinc* 620 nm.

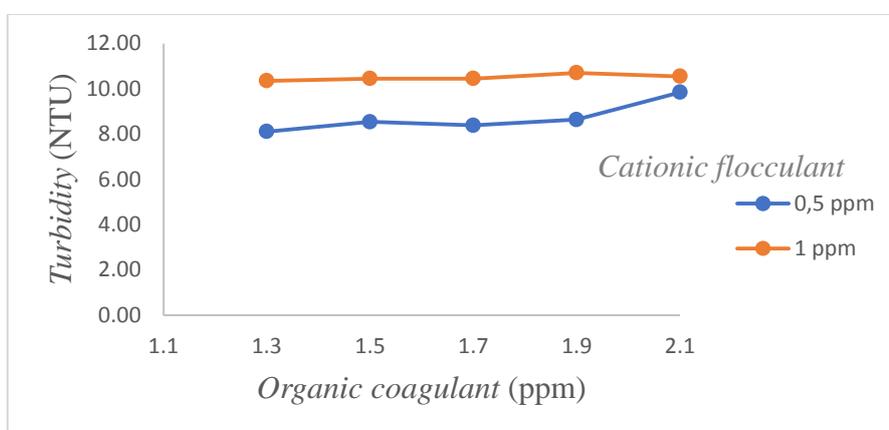
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap *turbidity* Pada kondisi pH 8 dengan variasi dosis koagulan 1,3 ppm; 1,5 ppm; 1,7 ppm; 1,9 ppm; dan 2,1 ppm serta variasi dosis flokulan 0,5 ppm dan 1 ppm dapat diketahui parameter *turbidity*. *Organic Coagulant* dan *Cationic Flocculant* yang memiliki muatan positif. Dosis flokulan 0,5 ppm memberikan persen *removal* terbesar dibandingkan dosis flokulan 1 ppm. Hal ini disebabkan muatan positif dalam kandungan koagulan yang sudah bisa mengikat partikel-partikel koloid yang bersifat negatif. Sehingga dengan penambahan 0,5 ppm *Cationic flocculant* yang bersifat positif pula sudah dapat menyisihkan *influent turbidity* 185 NTU pada dosis koagulan 1,3 ppm dengan *turbidity* terkecil yang didapat sebesar 5,70 NTU dan persen *removal* mencapai 96,92%. Penambahan flokulan yang berlebih dapat menambahkan turbiditas dalam air, oleh karena itu dosis 1 ppm flokulan tidak efektif untuk ditambahkan di proses flokulasi karena dapat mempengaruhi peningkatan kekeruhan air limbah. dosis flokulan 0,5 ppm merupakan dosis optimum yang bisa dibubuhkan untuk proses koagulasi-flokulasi karena penurunan *turbidity* jauh lebih kecil dari pada dosis flokulan 1 ppm. Dosis flokulan 1 ppm sudah dianggap berlebih karena *turbidity* semakin meningkat. Menurut kristijarti,dkk (2013) overdosis polimer kation akan menyebabkan restabilisasi, yaitu ketika muatan keseluruhan permukaan partikel partikel yang ada berubah dari negatif menjadi positif dengan kekeruhan setelah pengolahan justru meningkat.



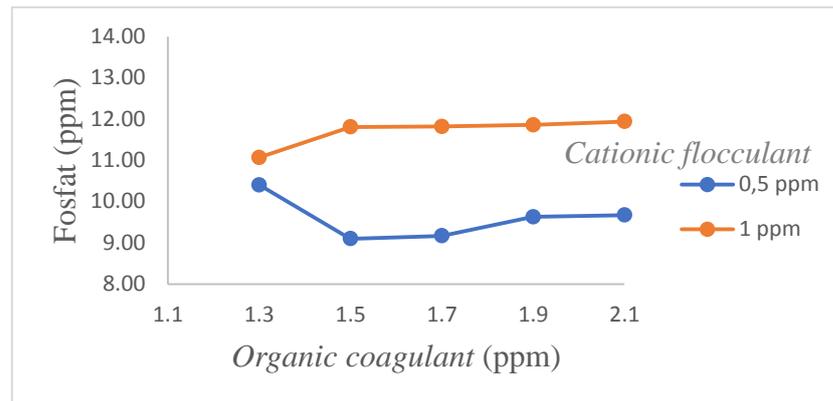
Gambar 1. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap *turbidity* pada pH 8

Gambar 2. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap *Turbidity* kondisi pH 8,5 dengan variasi dosis koagulan 1,3 ppm; 1,5 ppm; 1,7 ppm; 1,9 ppm; dan 2,1 ppm serta variasi dosis flokulan 0,5 ppm dan 1 ppm. Semakin tinggi dosis koagulan semakin besar *turbidity*. Hal ini disebabkan dosis koagulan yang didunakan sudah berlebih. Menurut Kristijarti,dkk 2013, menyatakan Dosis koagulan yang berlebihan juga dapat mengakibatkan restabilisasi, sehingga tingkat kekeruhan dapat meningkat. Parameter *turbidity* mengalami *removal* terbesar pada dosis koagulan 1,3 ppm dan dosis flokulan 0,5 ppm. Hal ini sama dengan kondisi pH 8 dimana pada dosis flokulan 0,5 ppm mengalami penurunan terendah pada *turbidity* air limbah dibandingkan pada dosis flokulan 1 ppm. koagulan yang bermuatan positif yang sudah bisa mengikat partikel-partikel koloid yang bersifat negatif, sehingga dengan penambahan 0,5 ppm *Cationic flocculant* yang bersifat positif pula sudah cukup untuk mengikat partikel koloid yang ada. Dosis flokulan 1 ppm sudah tidak efektif karena *turbidity* semakin meningkat. Menurut kristijarti dkk, (2013) overdosis polimer kation akan menyebabkan restabilisasi, yaitu ketika muatan keseluruhan permukaan partikel-partikel yang ada berubah dari negatif menjadi positif, sehingga kekeruhan setelah pengolahan justru meningkat. *Influent turbidity* awal 236,5 NTU dengan penurunan *turbidity* terbesar 8,11 NTU dan persen *removal turbidity* terbesar mencapai 96,57%.



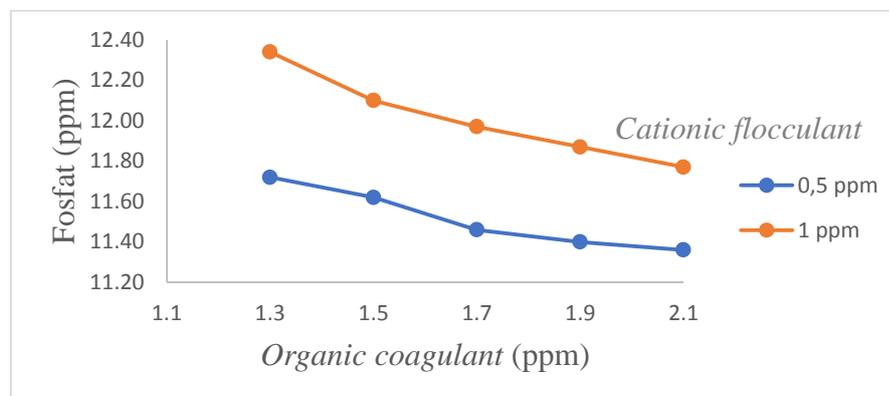
Gambar.2 Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap *turbidity* pada pH 8,5

Gambar 3. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap konsentrasi Fosfat kondisi pH 8 dengan variasi dosis koagulan 1,3 ppm; 1,5 ppm; 1,7 ppm; 1,9 ppm; dan 2,1 ppm serta variasi dosis flokulan 0,5 ppm dan 1 ppm. Konsentrasi fosfat awalnya rendah kemudian naik seiring bertambahnya dosis koagulan pada dosis flokulan 1 ppm. Sedangkan pada dosis flokulan 0,5 ppm penurunan konsentrasi fosfat terbesar di dosis koagulan 1,5 ppm, kemudian naik kembali seiring kenaikan dosis koagulan. Persen *removal* fosfat terbesar didapat 29,47% dengan nilai konsentrasi fosfat *influent* 15,70 ppm dan terjadi penurunan konsentrasi terendah 11,07 ppm pada kondisi dosis koagulan 1, 3 ppm dan dosis flokulan 1 ppm. Ion fosfat (PO_4^{3-}) bermuatan negatif akan berikatan dengan koagulan-flokulan yang bermuatan positif pada proses koagulasi-flokulasi. Dosis flokulan 0,5 ppm merupakan dosis optimum, sehingga dosis flokulan 1 ppm menyebabkan restabilisasi koloid yang menyebabkan konsentrasi fosfat meningkat, disebabkan dosis koagulan yang berlebih dapat meningkatkan kekeruhan air limbah yang menyebabkan konsentrasi fosfat juga ikut meningkat.



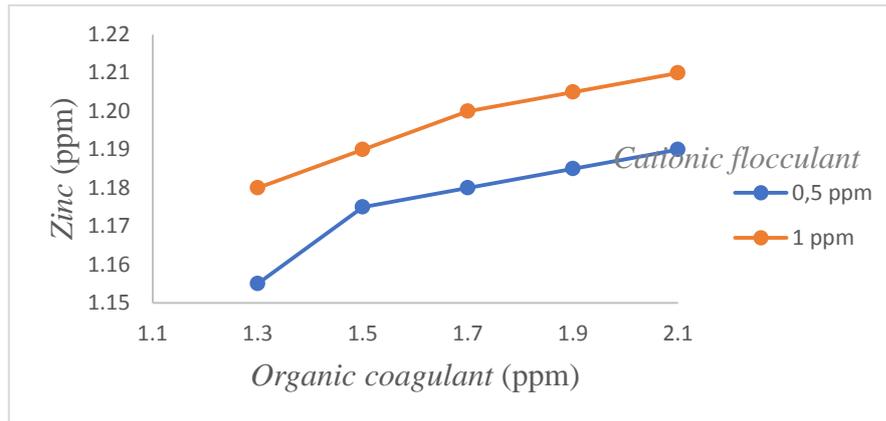
Gambar 3. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap konsentrasi Fosfat pada pH 8

Gambar 4. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap konsentrasi Fosfat pada kondisi pH 8,5 dengan variasi dosis koagulan 1,3 ppm; 1,5 ppm; 1,7 ppm; 1,9 ppm; dan 2,1 ppm serta variasi dosis flokulan 0,5 ppm dan 1 ppm. Semakin tinggi dosis koagulan maka konsentrasi fosfat semakin rendah. Semakin rendah dosis flokulan 0,5 ppm akan menyisihkan konsentrasi fosfat semakin kecil dibandingkan dosis flokulan 1 ppm. Persen *removal* fosfat terbesar 17,86% dengan nilai konsentrasi fosfat *influent* 14,33 ppm dan terjadi penurunan konsentrasi terendah 11,77 ppm pada kondisi dosis koagulan-flokulan 2,1 ppm dan 1 ppm. Fosfat yang bermuatan negatif (PO_4^{3-}) memungkinkan terjadinya ikatan dengan *organic coagulant* yang bermuatan positif. Ikatan tersebut yang membentuk inti flok, sehingga dapat menurunkan konsentrasi fosfat yang ada didalam air limbah. Menurut Chen, Jing dan Luan Zhaoukun (2010) penambahan *cationic flocculant* bertujuan untuk menghubungkan antar inti flok melalui proses flokulasi. Hasil yang didapatkan semakin rendah dosis flokulan dapat menurunkan konsentrasi fosfat didalam air limbah. Berbeda dengan dosis koagulan yang semakin besar semakin rendah konsentrasi fosfat yang didapat.



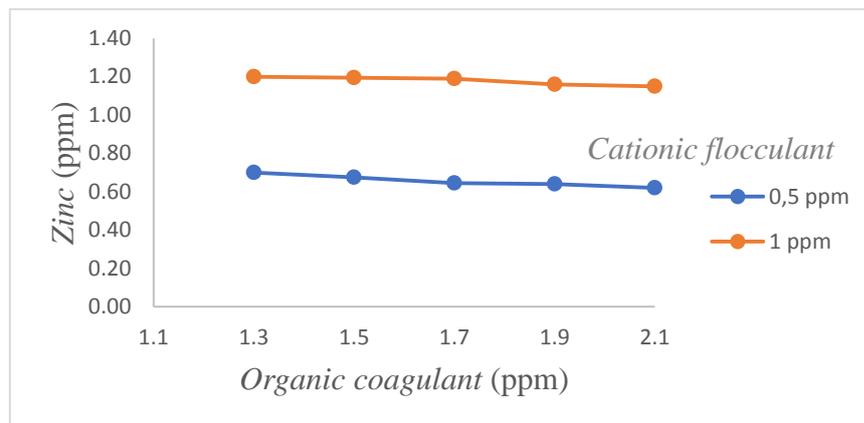
Gambar 4. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap konsentrasi Fosfat pada pH 8,5

Gambar 5. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap konsentrasi *Zinc* kondisi pH 8 dengan variasi dosis koagulan 1,3 ppm; 1,5 ppm; 1,7 ppm; 1,9 ppm; dan 2,1 ppm serta variasi dosis flokulan 0,5 ppm dan 1 ppm bahwa konsentrasi dosis koagulan semakin tinggi akan meningkatkan konsentrasi *Zinc*. Namun konsentrasi paling kecil didapat saat kondisi dosis flokulan 0,5 ppm. Pada dasarnya kandungan Zn^{2+} pada air limbah, dengan penambahan jenis koagulan flokulan yang bermuatan positif yang sama maka penambahan flokulan sampai 1 ppm kurang efektif karena menyebabkan konsentrasi *Zinc* semakin besar. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya Setyawati dkk, (2016) yang menyatakan semakin besar dosis flokulan didapat konsentrasi *Zinc* semakin kecil, sehingga penggunaan dosis flokulan 0,5 ppm didapatkan konsentrasi *Zinc* 0,14 ppm, sementara dengan dosis flokulan 1 ppm didapat konsentrasi *Zinc* 0,09 ppm. Hal ini berbeda dengan penelitian ini karena dari penggunaan jenis koagulan yang berbeda yang berupa *Organic coagulant*, sedangkan pada penelitian sebelumnya menggunakan PAC dengan menggunakan jenis flokulan yang sama yaitu *Cationic flocculant*. Persen *removal Zinc* terbesar didapat 37,57% dengan konsentrasi *influent Zinc* 1,85 ppm dan didapat konsentrasi *Zinc* terkecil 1,16 ppm pada kondisi dosis koagulan-flokulan 1,3 ppm dan 0,5 ppm.



Gambar 5. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap konsentrasi Zinc pada pH 8

Gambar 6. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap Konsentrasi Zinc Pada kondisi pH 8,5 dengan variasi dosis koagulan 1,3 ppm; 1,5 ppm; 1,7 ppm; 1,9 ppm; dan 2,1 ppm serta variasi dosis flokulan 0,5 ppm dan 1 ppm. Semakin tinggi dosis koagulan maka konsentrasi Zinc semakin rendah. Namun berbanding terbalik dengan dosis flokulan yang semakin tinggi yaitu 1 ppm menyebabkan konsentrasi Zinc menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan dosis flokulan 0,5 ppm. Ketika pH dinaikk Zinc kandungan Zn^{2+} pada air limbah sudah berikatan terlebih dahulu dengan koagulan yang bermuatan positif. Persen removal Zinc terbesar yaitu 62,08% dengan konsentrasi influent Zinc 1,64 ppm dan didapat konsentrasi Zinc terkecil 0,62 ppm dikondisi dosis koagulan-flokulan 2,1 ppm dan 0,5 ppm.



Gambar 6. Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap Konsentrasi Zinc pada pH 8,5

4. KESIMPULAN

Proses koagulasi-flokulasi untuk meremoval parameter Zinc dan fosfat terdapat beberapa kondisi optimal disetiap parameternya. Persen removal turbidity terbesar pada kondisi pH 8; dosis koagulan 1,3 ppm; dan dosis flokulan 0,5 ppm sebesar 96,92 % dengan nilai turbidity 5,70 ppm. Persen removal fosfat terbesar pada kondisi pH 8; dosis koagulan 1,3 ppm; dan dosis flokulan 1 ppm sebesar 29,47 % dengan nilai konsentrasi fosfat 11,07 ppm. Persen removal Zinc terbesar pada kondisi pH 8,5; dosis koagulan 2,1 ppm; dan dosis flokulan 0,5 ppm sebesar 62,08 % dengan nilai konsentrasi Zinc 0,62 ppm.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Erwan Yulianto (Senior Chemist Engineer di Paiton Power Station Unit 3, 7 & 8) atas semua ilmu, wawasan yang diberikan dan bantuan dalam pengambilan data, penyediaan fasilitas penelitian di Chemist dan WWTP PT POMI.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Chen, Jing dan Luan Zhoukun. (2010). Enhancing *Phosphate* Removal By Coagulation Using Polyelectrolytes and Red Mud. Research. Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences. Beijing.
- Kristijarti, A., Suharto I., dan Marieanna. (2013). Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. Laporan penelitian, Universitas Parahyangan, Bandung.
- Metcalf dan Eddy, Inc., Tchobanoglous, G., Burton, F.L., & Stensel, H.D. (2004) Waste Water Engineering Treatment and Reuse (4th ed). Mc Graw Hill, Singapore.
- Rahimah, Z., Heldawati, H., dan Syaunyah, I. (2016). Pengolahan Deterjen dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC. *Konversi*, Volume 5 Nomor 2 Hal. 13-19. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Setyawati, M.R dan Hadrianto, S.A (2016). Proses Koagulasi-Flokulasi untuk Menurunkan Kadar *Zinc* dalam Air Limbah dari Waste Water Treatment Plant (WWTP)-PLTU Paiton Unit 3,7&8. Laporan Akhir Politeknik Negeri Malang, Malang.
- Wulan, P.PDK, Dianursanti, Gozan M., dan Nugroho, W.A. (2010). Optimasi Penggunaan Koagulan Pada Pengolahan Air Limbah Batubara. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Jakarta Universitas Indonesia.