

Perhitungan Debit Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) Yang Diinjeksikan Pada Air Baku Proses Pengolahan Air PT. X

Ratna Kristina Tarigan¹

¹ Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 10 Januari 2024
Revisi Akhir: 15 March 2024
Diterbitkan Online: 01 April 2024

KATA KUNCI

PAC, jar test, dosis, debit

Keywords:

PAC, jar test, dosis, debit

KORESPONDENSI

E-mail : ratnakristinatarigan70@gmail.com

A B S T R A K

Poly Aluminium Chloride adalah bahan kimia yang digunakan untuk menurunkan tingkat kekeruhan air. Poly Aluminium Chloride akan menggumpalkan bahan pengotor dalam air menjadi partikel yang lebih besar sehingga lebih mudah di endapkan. Jumlah koagulan yang ditambahkan ke dalam air harus tepat agar maksimal dalam menurunkan tingkat kekeruhan air. Untuk mengetahui dosis optimum tersebut maka dilakukan prosedur jar test. Jar test dilakukan dengan pembubuhan koagulan dengan variasi yang berbeda. Jar test akan memberikan hasil bagaimana pengaruh variasi jumlah koagulan terhadap tingkat kekeruhan air. Pada air dengan kekeruhan 25,2 NTU dosis koagulan PAC optimum yang digunakan adalah sebesar 30 ppm. Dengan dosis tersebut maka jumlah koagulan PAC yang diinjeksikan ke dalam air baku di water treatment plant adalah sebesar 56,0747 ml/s.

A B S T R A C K

Poly Aluminum Chloride is a chemical used to reduce water turbidity. Poly Aluminum Chloride will agglomerate dirt in water into larger particles so that it settles more easily. The amount of coagulant added to the water must be precise so that the turbidity of the water can be suppressed to the maximum. To find out the optimal dose, a jar test procedure was carried out. The jar test was carried out by adding coagulants with different variations. The jar test will give results on how variations in the amount of coagulant affect the turbidity level of the water. In water with a turbidity of 25.2 NTU, the optimum dose of PAC coagulant used was 30 ppm. With this dose, the PAC coagulant discharge injected into raw water at a water treatment plant is 56,0747 ml/s

PENDAHULUAN

Pada umumnya instalasi pengolahan air merupakan suatu sistem yang mengkombinasikan proses filtrasi, sedimentasi, koagulasi, dan mikrobiologi. Tingkat pengolahan air tergantung pada karakteristik sumber air baku yang digunakan, sumber air yang digunakan berasal dari air permukaan, yang cenderung memiliki kekeruhan yang cukup tinggi dan adanya kemungkinan terkontaminasi mikroba yang besar. Koagulasi adalah proses pengolahan air dengan menggunakan sistem pengadukan cepat sehingga dapat mereaksikan bahan kimia (koagulan) secara seragam. Pada dasarnya proses koagulasi dapat dilakukan dengan penambahan bahan kimia kedalam air agar kotoran dalam air yang berupa padatan tersuspensi, misalnya zat warna organik, lumpur halus, bakteri dan lain lain dapat menggumpal

dan cepat mengendap. PAC merupakan jenis koagulan polimer aluminium membentuk suatu unit berulang dalam ikatan rantai panjang yang bermuatan listrik positif serta mempunyai berat molekul yang besar. Oleh karena itu PAC mempunyai sifat mampu menetralkan muatan listrik dan menjembatani partikel-partikel koloid untuk membentuk flok, sehingga partikel-partikel koloid tersebut saling mendekat dan membentuk flok yang lebih besar.

Dalam proses pengolahan air baku menjadi air bersih yang dilakukan di PT X. Proses koagulasi dilakukan dengan penambahan bahan kimia (koagulan) berupa PAC. Penambahan PAC dilakukan untuk mempercepat proses pengendapan zat/bahan pengotor yang terdapat dalam air. Penambahan PAC sangat bergantung pada keadaan air baku yang masuk kedalam *Water Treatment Plant* (WTP) PT. X. Metode jar test dilakukan untuk menentukan berapa dosis PAC optimum untuk menurunkan tingkat kekeruhan air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus peracqua, dan pemandian umum, nilai kekeruhan maksimal air yang digunakan untuk keperluan higiene sanitasi yaitu air yang digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan dan pakaian adalah 25 NTU. Maka sehubungan dengan hal ini perlu diketahui berapa jumlah optimum PAC yang diinjeksikan terhadap air baku.

TINJAUAN PUSTAKA

1. *Pengolahan Air Secara Umum*

Pada umumnya rangkaian bangunan pengolahan air minum dan teknologi yang di terapkan pada suatu instalasi pengolahan air minum tergantung pada kualitas air baku dan hasil akhir dari proses pengolahan air baku yang diinginkan (sesuai standar baku mutu air). Sebuah bangunan pengolahan air terdiri atas beberapa unit operasi dan unit proses. Unit operasi dan unit proses merupakan suatu unit yang mengolah air minum secara fisik dan kimia tergantung pada kegunaannya. Instalasi Pengolahan Air (IPA) bersih adalah salah satu sarana infrastruktur yang memiliki peran cukup penting dalam memenuhi kebutuhan air bersih di suatu kawasan industri dan perumahan, dengan menggunakan *Water Treatment Plant* (WTP), Instalasi Pengolahan Air (IPA) bersih yang dilakukan secara terpadu dan mandiri ini mencakup segala kebutuhan air bersih[1]. *Water Treatment* atau pengolahan air adalah proses pengolahan air yang meningkatkan kualitas air agar lebih bisa digunakan untuk penggunaan akhir tertentu. *Water treatment* ini menghilangkan kontaminan dan komponen yang tidak diinginkan, atau mengurangi konsentrasinya sehingga air menjadi layak untuk penggunaan akhir yang diinginkan. Secara umum proses pengolahan air terdiri dari tiga tahapan yaitu penampungan awal, unit pengolahan dan penampungan akhir. Air keruh merupakan salah satu ciri air yang tidak bersih dan tidak sehat. Tingkat kekeruhan air biasanya disebut turbiditas. Turbiditas pada air disebabkan oleh adanya materi suspensi, seperti tanah liat, endapan lumpur, partikel organik yang koloid, plankton, dan organisme mikroskopis lainnya. Tingkat kekeruhan air biasanya diukur dengan alat turbidimeter yang berprinsip pada spektroskopi absorpsi dan nilai pembacaannya dinyatakan dalam satuan NTU. PT X berperan penting dalam melakukan pengolahan, penyediaan dan penyaluran air bersih ke masyarakat. Air yang digunakan dari air baku sungai dengan kualitas air yang berubah dari waktu ke waktu akibat pengaruh lingkungan seperti cuaca dan iklim dan harus berkualitas saat disalurkan. Sebelum melakukan penyaluran maka air baku sungai diolah terlebih dahulu agar air yang dimanfaatkan oleh masyarakat dalam keadaan bersih[2].

a. Prasedimentasi

Bangunan penyadap air (*intake*) yang merupakan tempat pengambilan air dari air sungai untuk dimanfaatkan untuk menjaga kestabilan debit air baku yang di butuhkan. Kemudian akan diangkut dengan menggunakan pompa melalui pipa menuju ke prasedimentasi. Bangunan pengendap pertama (prasedimentasi) berawal dari intake dimana air ditampung untuk menurunkan partikel-partikel dari air sungai menggunakan sistem gravitasi.

b. *Water jump Water jump*

pada IPA PT X merupakan proses pertama pada *Water Treatment Plant*. Air baku yang berasal dari *intake* masuk ke dalam WTP melalui pipa yang berhubungan langsung dengan pipa injeksi koagulan. Sehingga air yang jatuh dari *water jump* telah homogen dengan koagulan PAC.

c. Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi dilakukan dengan pembubuhan bahan koagulan ke dalam air baku, dimana kotoran yang berupa koloid maupun suspensi yang ada di dalamnya menggumpal sehingga mudah diendapkan. Kotoran yang berupa koloid maupun suspensi halus, antara lain zat warna organik, lumpur halus, bakteri dan *algae* serta lainnya tidak dapat mengendap secara alamiah karena partikelnya sangat halus. Selain itu pada umumnya partikel-partikel kotoran tersebut mempunyai kelebihan muatan elektron negatif sehingga terjadi tolak menolak antar partikel yang menyebabkan sulit mengendap. Oleh karena itu koagulasi dapat berjalan dengan baik apabila penyebabnya dapat dihilangkan yaitu dengan menetralkan kelebihan muatan negatif kotoran. Netralisasi tersebut dapat dilakukan dengan cara pembubuhan zat koagulan yaitu bahan atau alat yang mempunyai kemampuan menetralkan muatan negatif partikel kotoran dan kemampuan mengikat partikel partikel tersebut. Dalam unit koagulasi-flokulasi larutan bahan koagulan di campur sampai homogen dengan kecepatan pengadukan tertentu untuk menghindari flok-flok yang pecah, sehingga kotoran yang berupa koloid maupun suspensi yang ada di dalamnya menggumpal dan mudah diendapkan pada bak pengendap.

d. Sedimentasi Tujuan pengendapan atau sedimentasi adalah mengendapkan gumpalan yang terjadi akibat proses koagulasi-flokulasi secara gravitasi, selain itu proses pengendapan ini mengurangi beban kerja *filter*. Pengendapan dilakukan dengan cara membiarkannya dalam selang waktu tertentu, tergantung pada besar kecilnya flok-flok yang terbentuk. d. Filtrasi Gumpalan partikel atau flok yang terjadi tidak semuanya dapat diendapkan. Flok-flok yang relatif kecil dan halus masih melayang-layang dalam air. Oleh karena itu, untuk mendapatkan air yang betul-betul jernih harus dilakukan penyaringan atau filtrasi. Filtrasi

dilakukan dengan media penyaring seperti kerikil, arang/karbon aktif, ijuk dan pasir. Pasir dapat digunakan sebagai media penyaring karena bersifat porous, mempunyai ukuran atau diameter dan tingkat keseragaman serta kandungan silika yang dapat dijadikan sebagai bahan adsorben. Pasir juga memiliki kemampuan memisahkan flok-flok yang belum sempat mengendap. Air yang melewati media pasir akan mengalami proses adsorpsi dimana berbagai macam zat padat, zat organik dan lumpur akan tertahan pada celah-celah pasir sehingga akan menjadi jernih.

e. Sanitasi

Klorin adalah desinfektan yang paling banyak digunakan dalam pengolahan air. Klorin digunakan untuk menghancurkan patogen dan mengendalikan mikroorganisme pengganggu. Klorin (Cl₂) adalah gas berwarna kuning kehijauan[3].

2. Proses Pengolahan Di PT. X

Berikut merupakan proses pengolahan air bersih yang dilakukan di PT X. a. Prasedimentasi (*Intake*) *Intake* merupakan tahapan awal dimana air yang berasal langsung dari sungai Deli disaring untuk menghindari pengotor berukuran besar terikut ke dalam bak penampung kemudian air ditampung terlebih dahulu untuk diendapkan tanpa penambahan bahan kimia. Prasedimentasi ini berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel berukuran besar untuk selanjutnya dipompakan menuju *Water Treatment Plant* (WTP). *Intake* PT X terdiri atas 3 pompa dengan 2 pompa aktif yang digunakan untuk memompakan air menuju *water treatment plant*. *Water jump* *Water jump* pada IPA PT X merupakan proses pertama pada *Water Treatment Plant*. Air baku yang berasal dari intake masuk ke dalam WTP melalui pipa yang berhubungan langsung dengan pipa injeksi koagulan. Sehingga air yang jatuh dari *water jump* telah homogen dengan koagulan PAC[4].

Koagulasi dan flokulasi Proses koagulasi adalah proses penginjeksian PAC untuk selanjutnya dilakukan proses pengadukan dengan mengandalkan gravitasi. Koagulasi adalah proses yang berfungsi untuk menambahkan koagulan ke dalam air sungai, pengadukan yang terjadi antara air sungai dan koagulan akan membentuk flok-flok. Kemudian pada proses flokulasi proses pengadukan akan berjalan lebih lambat untuk membentuk flok-flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga lebih mudah untuk mengendap. Pengadukan pada proses koagulasi dan flokulasi di PT X ini mengandalkan gravitasi.

Pada proses flokulasi pengendapan akan berlangsung secara bertahap karena bak flokulasi dipisah menjadi 4 bagian.

Sedimentasi Setelah melalui proses flokulasi, air kemudian masuk ke dalam bak sedimentasi, pada proses ini flok-flok yang terbentuk akan mengendap lebih maksimal, karena ukuran partikel berukuran lebih besar. Pengendapan terjadi dengan prinsip gravitasi sehingga flok akan berada pada bagian bawah dan air yang sudah lebih jernih berada pada bagian atas.

Filtrasi Air yang telah mengalami proses sedimentasi adalah air yang telah terbebas dari gumpalan-gumpalan kasar. Gumpalan halus yang tak dapat diendapkan pada bak sedimentasi akan diproses dalam bak filtrasi. Proses filtrasi di PT. X dilakukan dengan melewati air pada media pasir. Air yang telah melalui proses pengendapan akan masuk ke dalam bak filtrasi, yang terdiri atas 8 bak, 4 bak di bagian kiri dan 4 di bagian kanan[5].

Sanitasi Sanitasi dilakukan pada bak penampungan, yang berfungsi untuk menyimpan hasil akhir dari pengolahan (*reservoir*). Bak penampung ini berada di bawah tanah. Sanitasi dilakukan dengan penginjeksian gas klorin. Klorin banyak digunakan dalam pengolahan air bersih dan air limbah sebagai oksidator dan desinfektan. Sebagai oksidator, klorin digunakan untuk menghilangkan bau dan rasa pada pengolahan air bersih.

2.3. Parameter Kualitas Air Dalam usaha pengolahan air baku

banyak sumber air baku yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air. Untuk mengetahui mutu air yang baik, maka mutu air baku tersebut harus sesuai dengan standar kualitas mutu air, apabila ternyata mutu air tersebut telah di periksa tidak memenuhi standar yang ada, maka unsur-unsur di dalam air tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan, karena jika tidak diolah akan membahayakan kesehatan manusia dan akan mempengaruhi peralatan-peralatan untuk mendistribusikan air. Unsur-unsur tersebut baik yang bersifat fisik, kimiawi maupun bakteriologis, tidak diperkenankan melebihi standar yang dibuat berdasarkan percobaan-percobaan yang telah dilakukan sebelumnya. Standar-standar (yang dibuat oleh organisasi dan instansi yang berhubungan dengan kesehatan masyarakat baik internasional maupun nasional) tersebut dibuat berdasarkan beberapa pertimbangan, seperti ketahanan tubuh manusia, keadaan lingkungan dan sebagainya. Standar-standar yang banyak dikenal di Indonesia adalah standar WHO dan Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Proses pengolahan air minum tergantung dari kualitas air baku. Asal air itu diperoleh dari air tanah, air sungai, air danau, air laut, air hujan dan air limbah atau air buangan. Saat ini pada umumnya masih digunakan air baku yang berasal dari air tanah dan air permukaan. Hal ini dikarenakan biaya operasinya relatif murah jika dibandingkan dengan pengolahan air hujan atau air laut. Parameter-parameter fisik seperti kekeruhan, warna, bau dan sebagainya dibatasi atas dasar estetika. Sedangkan parameter kimia, biologis dibatasi atas dasar kesehatan manusia. Oleh karena itu Departemen Kesehatan Republik Indonesia telah menetapkan parameter kualitas air tersebut seperti berikut [6]:

- a. Syarat fisik Dalam hal ini akan diperoleh pengertian yang lebih jauh mengenai unsur-unsur yang terdapat pada syarat fisik kualitas air (suhu, warna, bau, rasa dan kekeruhan).
1. Suhu Suhu air (air minum) sama dengan suhu kamar (berkisar antara 20°C - 26°C). Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya toksitas bahan kimia dalam air dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan virus. Atas dasar itulah suhu dijadikan sebagai salah satu standar kualitas air.
2. Warna Berdasarkan sifat-sifat penyebabnya, warna dalam air di bagi dalam 2 jenis yaitu warna sejati dan warna semu. Warna sejati disebabkan oleh koloid-koloid organik atau zat-zat terlarut. Sedang warna semu disebabkan oleh suspensi partikel-partikel. penyebab kekeruhan.

3. Air yang berwarna dalam batas tertentu akan mengurangi segi estetika dan tidak dapat diterima oleh masyarakat, sehingga menimbulkan kemungkinan pencarian sumber air lain yang kurang aman. Penetapan standar warna ini diharapkan bahwa semua air yang diperuntukkan masyarakat akan dapat langsung diterima oleh masyarakat. Bau dan rasa Air yang memenuhi standar kesehatan harus terbebas dari bau yang biasanya disebabkan oleh bahan-bahan organik yang membusuk serta karena senyawa kimia seperti phenol. Biasanya bau dan rasa terjadi karena proses dekomposisi bahan organik di dalam air.
4. Kekeruhan (*Turbidity*) Air dikatakan keruh jika air tersebut mengandung banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini antara lain yaitu: tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik dan partikel-partikel kecil tersuspensi lainnya. Kekeruhan biasanya disebabkan karena butiran-butiran halus yang melayang (koloid). Penyimpangan terhadap standar kualitas kekeruhan akan menyebabkan gangguan estetika dan mengurangi efektifitas desinfeksi air.
5. Pengelompokan kualitas air dibagi menjadi empat kelas menurut peraturan pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001, pembagian tersebut sebagai berikut:
 - a. Kelas satu, air yang digunakan untuk air baku air minum.
 - b. Kelas dua, air yang digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan air untuk mengairi pertanaman
 - c. Kelas tiga, air yang dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan air untuk mengairi pertanaman
 - d. Kelas empat, air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanaman[7].

METODOLOGI

1. Tahapan Peralatan dan Bahan

- a. Beaker glass 1000 ml : Sebagai wadah sampel saat prosedur jar test
- b. Pipet ukur 10 ml : Untuk mengukur koagulan PAC
- c. Bola hisap : Untuk memindahkan koagulan PAC ke dalam labu ukur
- d. Labu ukur 100 ml : Sebagai wadah untuk melarutkan PAC
- e. Turbidity meter TL 2350 : Untuk mengukur kekeruhan air
- f. Alat suntik : Untuk mengukur koagulan PAC ke dalam sampel jar test
- g. Baume meter : Untuk mengukur tingkat kepadatan koagulan PAC
- h. Gelas ukur 1000 ml : Sebagai wadah koagulan PAC
- i. Kuvet : Sebagai wadah sampel untuk mengukur kekeruhan

2. Bahan

- a. Sampel air sungai
- b. Koagulan PAC



Gambar 1. Turbidity Meter TL 2350

3. Prosedur Kerja

a. Pembuatan Larutan PAC 1%

- 1) Alat dan bahan disiapkan
- 2) Larutan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dimasukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml
- 3) Boume meter dimasukkan perlahan ke dalam gelas ukur 1000 ml berisi larutan PAC
- 4) Berat jenis PAC yang terbaca pada boume meter kemudian di catat.
- 5) Konsentrasi PAC dapat diketahui berdasarkan berat jenis, melalui tabel PAC Liquid yang tersedia di PT. X.
- 6) PAC dilarutkan ke dalam labu ukur 1000 ml, dimana jumlah larutan yang dipipet ditentukan berdasarkan rumus pengenceran.

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \dots\dots\dots(1)$$

b. Jar Test

- 1) Alat dan bahan disiapkan
- 2) Sampel air baku dimasukkan sebanyak 1000 ml ke dalam 6 buah beaker glass 1000 ml
- 3) Larutan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) 1% dimasukkan ke dalam sampel air baku dengan variasi berbeda berdasarkan

kekeruhan awal air baku

4) Beaker glass berisi sampel kemudian diposisikan pada alat *jar test*

5) Sampel di aduk dengan 2 tahap, 140 rpm untuk putaran cepat selama 5 menit, 50 rpm untuk putaran lambat selama 10 menit, kemudian di endapkan selama 20 menit

4. Pengukuran kekeruhan air

Alat dan bahan disiapkan

- Turbidity meter TL 2350 dihubungkan ke sumber arus, kemudian tekan tombol ON.
- Sampel hasil *jar test* dimasukkan ke dalam kuvet sampai tanda batas.
- Kuvet berisi sampel dibersihkan menggunakan tissue
- Kuvet dimasukkan ke dalam tempat kuvet pada Turbidity meter TL 2350.
- Pastikan posisi kuvet sudah benar.
- Menu read yang terbaca pada layar turbidity meter kemudian ditekan.
- Turbidity meter akan menampilkan tingkat kekeruhan air dalam satuan NTU
- Percobaan 3 sampai 8 diulangi untuk variasi hasil *jar test* lainnya.

5. Analisa Data

Rumus yang digunakan untuk menghitung debit koagulan PAC yang diinjeksikan pada air baku proses pengolahan air PT X ini adalah :

$$\text{Debit (PAC)} = \frac{\text{Debit air baku } (\frac{L}{s}) \times \text{Dosis PAC } (\frac{mg}{L}) \times 1000 \frac{ml}{L}}{\text{Konsentrasi PAC } (\%) \times 1000 \frac{mg}{L}} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Pengamatan

Pengumpulan data diperoleh dari hasil analisa yang dilakukan di laboratorium PT. X sebagaimana ditunjukkan oleh

Tabel 1. Data Pengamatan Operasi Lapangan

No	Debit Air Baku (L/s)	Turbidity Awal Air baku (NTU)	Konsentrasi PAC yang diinjeksikan (%)
1	200	25,2	10,7
2	200	27,3	10,7
3	200	30,6	10,7
4	200	31,8	10,7
5	200	51,7	10,7

Tabel 2. Data Pengamatan hasil *jar test*

No	Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis PAC (ppm)	Kekeruhan Akhir (NTU)
1	25,2	30	1,74
		32,5	1,56
		35	1,46
		37,5	0,728
		40	1,08
		42,5	1,17
2	27,3	30	3,73
		32,5	1,12
		35	1,11
		37,5	0,827
		40	0,952
		42,5	0,779
3	30,6	30	2,71
		32,5	1,26
		35	1,09
		37,5	1,78
		40	1,07
		42,5	1,00
4	31,8	30	1,16
		32,5	1,10
		35	0,915
		37,5	0,820
		40	1,46
		42,5	0,938
5	51,7	30	1,19
		32,5	0,782
		35	0,756
		37,5	0,567
		40	1,21

		42,5	0,653
--	--	------	-------

Tabel 3. Tabulasi Data

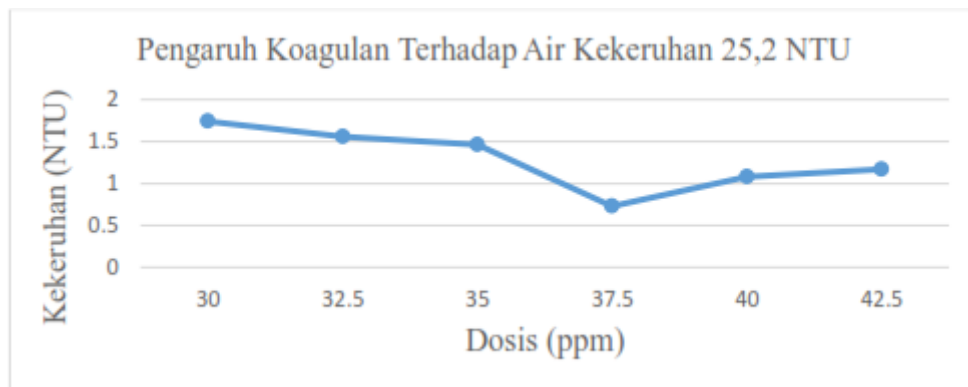
No	Debit Air Baku	Turbidity Awal (NTU)	Dosis PAC (ppm)	Turbidity Hasil Jar Test (NTU)	Volume PAC (ml)	Debit PAC (ml/s)
1	200	25,2	30	1,74	3	56,0747
			32,5	1,56	3,25	
			35	1,46	3,5	
			37,5	0,728	3,75	
			40	1,08	4	
			42,5	1,17	4,25	
2	200	27,3	30	3,73	3	56,0747
			32,5	1,12	3,25	
			35	1,11	3,5	
			37,5	0,827	3,75	
			40	0,952	4	
			42,5	0,779	4,25	
3	200	30,6	30	2,71	3	56,0747
			32,5	1,26	3,25	
			35	1,09	3,5	
			37,5	1,78	3,75	
			40	1,07	4	
			42,5	1,00	4,25	
4	200	31,8	30	1,16	3	56,0747
			32,5	1,10	3,25	
			35	0,915	3,5	
			37,5	0,820	3,75	
			40	1,46	4	
			42,5	0,938	4,25	
5	200	51,7	30	1,19	3	56,0747
			32,5	0,782	3,25	
			35	0,756	3,5	
			37,5	0,567	3,75	
			40	1,21	4	
			42,5	0,653	4,25	

2. Pembahasan

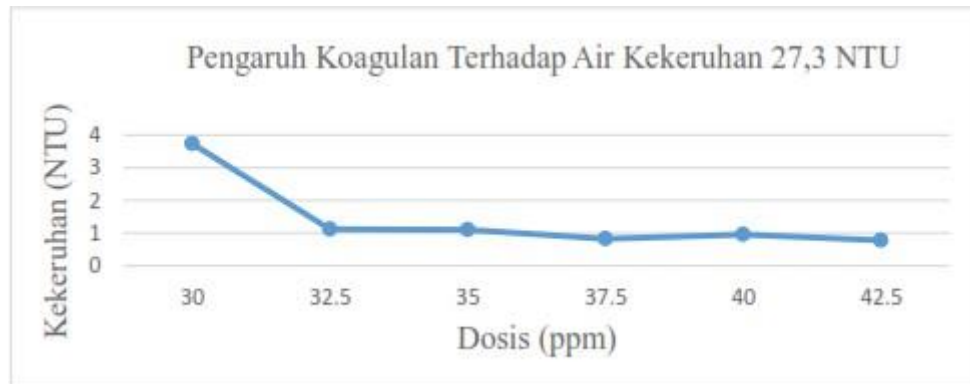
Bahan pengotor dalam air tidak dapat mengendap secara maksimal tanpa adanya perlakuan tambahan. Pada proses koagulasi dilakukan proses pembubuhan bahan kimia (koagulan), dimana koagulan yang digunakan adalah *Poly Aluminium Chloride*. Oleh karena itu proses koagulasi dan flokulasi dalam pengolahan air akan membantu mempercepat proses pengendapan dengan cara penambahan bahan kimia (koagulan). Koagulan PAC bekerja dengan menggabungkan netralisasi dan kemampuan menjembatani partikel-partikel koloid sehingga koagulasi berlangsung lebih efisien. PAC memiliki rantai polimer yang panjang, muatan listrik positif yang tinggi dan memiliki berat molekul yang besar.

Muatan listrik positif ini dapat dengan mudah menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid dan dapat mengatasi serta mengurangi gaya tolak-menolak elektrostatis antar partikel sampai sekecil mungkin, sehingga kemungkinan partikel-partikel koloid tersebut saling mendekat (gaya tarik menarik) dan membentuk gumpalan/massa yang lebih besar. Proses koagulasi membentuk bahan pengotor dalam air menjadi gumpalan - gumpalan yang lebih mudah mengendap. Dalam pembubuhan koagulan ini perlu di perhatikan berapa jumlah / dosis yang optimum untuk memaksimalkan proses penurunan turbidity air. Berdasarkan analisa yang dilakukan diperoleh bahwa kenaikan dosis koagulan yang digunakan tidak selalu menghasilkan nilai *turbidity* air yang semakin rendah. Pada kondisi tertentu dosis koagulan PAC yang berlebihan justru membuat kinerjanya dalam menggumpalkan bahan pengotor tidak bekerja secara maksimal. Hal ini dikarenakan kation yang dilepaskan terlalu berlebih daripada yang dibutuhkan oleh partikel koloid dalam air sehingga partikel koloid bermuatan positif dan terjadi gaya tolak menolak antar partikel sehingga terjadi deflokulasi flok yang menyebabkan larutan menjadi semkain jenuh.

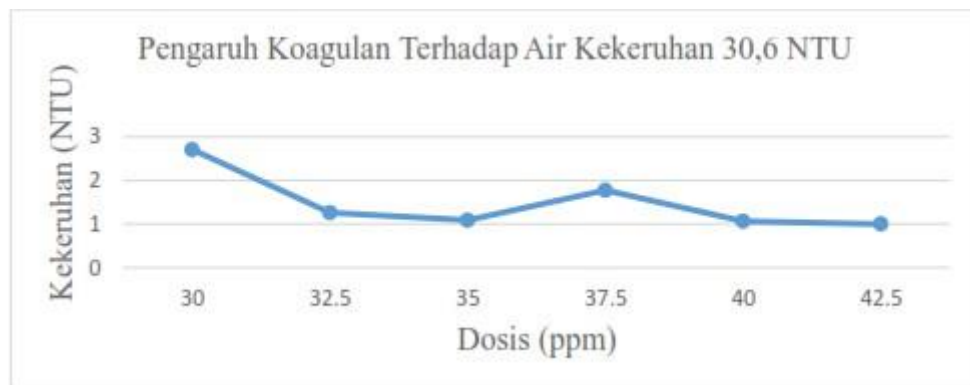
Penentuan dosis koagulan optimum dilakukan dengan mengerjakan prosedur *jar test* terlebih dahulu. Prosedur *jar test* ini adalah pengolahan air dengan skala kecil yang dapat dilakukan di laboratorium. Dalam perlakuan *jar test* konsentrasi koagulan yang digunakan adalah sebesar 1%. Konsentrasi ini disarankan untuk mempermudah penanganan dan untuk memastikan pencampuran yang baik di dalam gelas *jar test*. Konsentrasi koagulan yang digunakan dalam prosedur *jar test* bergantung pada jumlah sampel air yang digunakan. Umumnya jika menggunakan sampel sebanyak 1000 ml maka konsentrasi yang digunakan adalah 1% dan konsentrasi 2% untuk ditambahkan pada sampel sebanyak 2000 ml. Berikut merupakan grafik yang menunjukkan bagaimana pengaruh penambahan koagulan dengan dosis yang berbeda terhadap tingkat kekeruhan air.



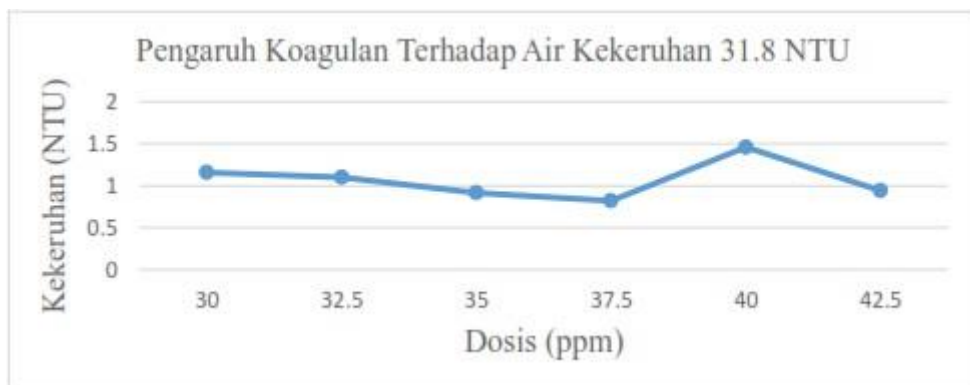
Gambar 2. Pengaruh PAC Terhadap Air dengan Kekeruhan 25,2 NTU



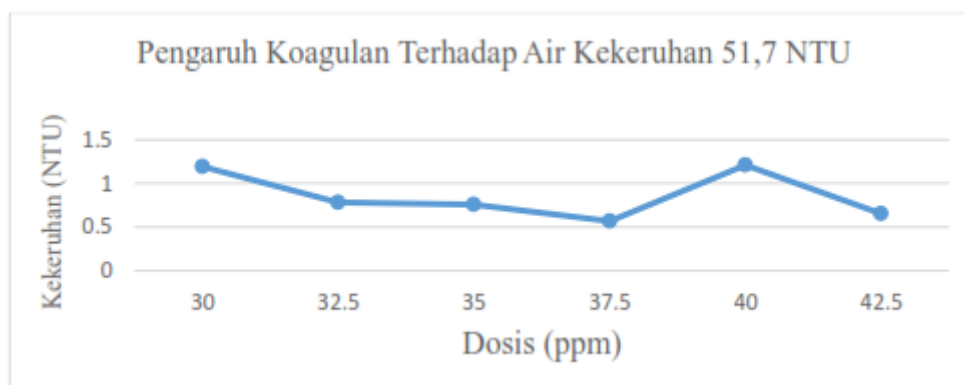
Gambar 3. Pengaruh PAC Terhadap Air dengan Kekeruhan 27,3 NTU



Gambar 4. Pengaruh PAC Terhadap Air dengan Kekeruhan 30,6 NTU



Gambar 5. Pengaruh PAC Terhadap Air dengan Kekeruhan 31.8 NTU



Gambar 6. Pengaruh PAC Terhadap Air dengan Kekeruhan 51,7 NTU

Gambar di atas menunjukkan bagaimana pengaruh koagulan PAC dalam menurunkan kekeruhan air melalui metode *jar test*. Berdasarkan percobaan yang dilakukan dosis koagulan yang optimum untuk menurunkan tingkat kekeruhan air adalah 30 ppm. Dimana dosis sebesar 30 ppm mampu menurunkan kekeruhan air dari 25,2 NTU menjadi 1,74 NTU dan pada tingkat kekeruhan air yang lebih tinggi yaitu 27,3 NTU; 30,6 NTU; 31,8 NTU dan 51,7 NTU dosis koagulan sebesar 30 ppm ini masih optimum untuk menurunkan kekeruhan air sebagaimana ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia No. 32 tahun 2017, dimana tingkat kekeruhan maksimal air yang digunakan untuk kebutuhan *higiene* sanitasi adalah maksimal sebesar 25 NTU. Pemilihan dosis optimum sebesar 30 ppm ini juga mempertimbangkan biaya yang dibutuhkan untuk koagulan. Berdasarkan percobaan yang dilakukan maka diperoleh dosis optimum untuk menurunkan *turbidity* air secara maksimal. Dosis optimum ini akan berguna untuk mengetahui berapa banyak jumlah koagulan PAC yang diinjeksikan per satuan waktu. Debit koagulan akan memberikan informasi seberapa banyak koagulan yang dibutuhkan untuk menurunkan tingkat kekeruhan air yang dilakukan di *water treatment plant*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu dosis koagulan *Poly Aluminium Chloride* yang optimum untuk menurunkan tingkat kekeruhan air dengan kekeruhan awal sebesar 25,2 NTU; 27,3 NTU; 30,6 NTU; 31,8 NTU dan 51,7 NTU adalah sebesar 30 ppm dan Debit Koagulan *Poly Aluminium Chloride* yang diinjeksikan pada air baku dengan tingkat kekeruhan awal sebesar 25,2 NTU; 27,3 NTU; 30,6 NTU; 31,8 NTU dan 51,7 NTU adalah sebesar 56,0747 ml/detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Budiman, C. Wahyudi, W. Irawati, And H. Hindarso, "Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (Pac) Dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih," *Widya Teknik*, Vol. 7, No. 1, Pp. 25–34, 2008.
- [2] A. Nur, R. Anugrah, And Z. Farnas, "Op-023 Efektivitas Dan Efisiensi Koagulan Poly Aluminium Chloride (Pac) Terhadap Performance Ipa Ktk Pdam Solok," In *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Lingkungan Ii*, 2016, Pp. 128–131.
- [3] D. Rizki Darmawan, M. Rangga Sururi, And E. Hartati, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum Di Kecamatan Bandung Kidul, Kota Bandung," *Jurnal Serambi Engineering*, Vol. Viii, No. 2, Pp. 5729–5738, 2023, [Online]. Available: [Www.Google.Com](http://www.google.com)
- [4] I. D. A. Sutapa, "Optimalisasi Dosis Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poli-Aluminium Klorida (Pac) Untuk Pengolahan Air Sungai Tanjung Dan Krueng Raya Optimalisation Of Aluminium Sulphate And Poly-Aluminium Chloride (Pac) To Treat Water From Tanjung And Kreung Raya Rivers," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 5, No. 5, Pp. 659–665, 2017.
- [5] A. Barus, K. Tarigan, And P. Kemit, "Jurnal Rekayasa, Teknologi Proses Dan Sains Kimia Effect Of Al₂O₃ Levels On Poly Aluminium Chloride Added To The Water Purification Process At Tirtanadi Deli Tua," *Reprokimia*, No. 27, Pp. 6–11, 2023.
- [6] E. Maulana Wijayanto, A. Ulfah Farahdiba, And Dan Firra Rosariawari, "Penyisihan Total Suspended Solid (Tss) Air Sungai Dengan Hidraulis Koagulasi Flokulasi," *Jurnal Envirotek*, Vol. 1, No. 2, Pp. 53–59, 2019.
- [7] F. Andriani And Y. Hanani Darundiati, "Efektivitas Pac (Poly Aluminium Chloride) Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Pada Limbah Cair Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Soerojo Magelang," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 5, No. 5, Pp. 659–665, 2017, [Online]. Available: [Http://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkm](http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm)
- [8] H. Darmadi, D. Kurnia, N. Nelza, And H. . Sempana, "Analisa Ukuran Rpm Agitator Pada Washing Getah Di Unit Tangki Pencucian Pada Factory Precleaning Pt. X", *Reprokimia*, Vol. 1, No. 2, Pp. 10–18, Jan. 2023.