

Evaluasi dan Optimalisasi Kinerja Unit Accelerator Pada IPAM Ngagel II Kota Surabaya

Fadhilah Labibah Nurjanah¹, Okik Hendriyanto Cahyonugroho^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

*Koresponden email: okikhc@upnjatim.ac.id

Diterima: 18 Juni 2024

Disetujui: 24 Juni 2024

Abstract

IPAM Ngagel is one of the drinking water purification plants (IPAM) owned by PDAM Surya Sembada Surabaya City as a provider of clean water needs for the people of Surabaya City. In order to meet the demand for clean water, the raw water used in the Ngagel Water Treatment Plant has to pass through several treatment units. However, there are several obstacles that result in the treatment unit not operating optimally. Therefore, this research aims to evaluate and compare the performance of one of the treatment units, the accelerator unit. This research method includes field studies, literature studies, data analysis and interviews using data in the form of inlet and outlet water quality of the accelerator unit and the use of coagulant doses for 20 days. The results obtained for the percentage removal in accelerator 1 are turbidity 90.32%, organic compounds 18.76%, ammonia 46.04% and nitrite -2.40%. While the percentage removal in accelerator no. 3 is 84.23% turbidity, 15.75% organic compounds, 25.68% ammonia and -19.48% nitrite. Based on the evaluation results, the removal efficiency in accelerator number 1 is better than that in accelerator number 3. This is because the operations in the accelerator unit, particularly the use of coagulant doses, are not in accordance with what is required, and this affects the difference in the performance of the accelerator unit.

Keywords: *removal efficiency, optimization, water quality, coagulant dosage*

Abstrak

IPAM Ngagel merupakan salah satu Instalasi Penjernihan Air Minum (IPAM) yang dimiliki PDAM Surya Sembada Kota Surabaya sebagai penyedia kebutuhan air bersih untuk masyarakat Kota Surabaya. Dalam memenuhi kebutuhan air bersih, air baku yang digunakan di IPAM Ngagel harus melalui beberapa unit proses pengolahan. Namun, terdapat beberapa kendala yang mengakibatkan unit pengolahan kurang berjalan secara optimal. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja pada salah satu unit pengolahan yaitu unit accelerator. Metode penelitian ini melibatkan studi lapangan, studi literatur, analisis data, dan wawancara dengan menggunakan data berupa kualitas air inlet dan outlet unit accelerator serta penggunaan dosis koagulan selama 20 hari. Hasil penelitian yang didapatkan untuk persen penyisihan pada accelerator 1 yaitu kekeruhan 90,32%, senyawa organik 18,76%, amonia 46,04%, dan nitrit -2,40%. Sedangkan persen penyisihan pada accelerator no 3 yaitu kekeruhan 84,23%, senyawa organik 15,75%, amonia 25,68%, dan nitrit -19,48%. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut efisiensi penyisihan pada accelerator no 1 lebih baik dibanding dengan accelerator no 3. Hal ini terjadi karena operasional pada unit accelerator terutama pada penggunaan dosis koagulan kurang sesuai dengan yang dibutuhkan sehingga berpengaruh pada perbedaan kinerja unit accelerator.

Kata Kunci: *efisiensi penyisihan, optimalisasi, kualitas air, dosis koagulan*

1. Pendahuluan

Air adalah sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup terutama manusia. Dengan adanya perkembangan zaman serta pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat, maka kebutuhan air bersih juga mengalami peningkatan. Namun sumber-sumber air sekarang kurang memenuhi dalam hal kualitas karena banyaknya aktivitas manusia maupun industri yang menyebabkan pencemaran pada sumber air.

Salah satu sumber air baku untuk memenuhi kebutuhan air bersih diambil dari air permukaan yaitu sungai. Namun dari segi kualitas air sungai pada umumnya masih kurang layak atau bahkan tidak layak digunakan sebagai sumber air [1]. Untuk mengatasi hal tersebut maka tiap-tiap daerah memiliki Perusahaan Daerah Air Minum atau PDAM yang berfungsi untuk mengolah air baku menjadi air bersih yang aman digunakan untuk kebutuhan masyarakat dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor

2 tahun 2023 sebagai acuan air bersih yang dihasilkan.

PDAM untuk menghasilkan air bersih yang sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 tahun 2023 membutuhkan beberapa proses pengolahan pada air baku. Pengolahan air baku pada salah satu IPAM Ngagel di PDAM Surya Sembada menggunakan beberapa unit pengolahan yaitu intake, kanal, bak prasedimentasi, bak distributor, predicanter, accelerator, filter, desinfeksi, dan reservoir. Namun, kendala seperti usia bangunan serta faktor-faktor lain dapat mengakibatkan beberapa unit pengolahan kurang berjalan secara optimal, meskipun air yang dihasilkan tetap memenuhi persyaratan. Salah satu unit pengolahan yang memiliki beberapa kendala tersebut yaitu unit accelerator, di unit accelerator terdapat proses koagulasi, flokulasi, dan pengendapan. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kinerja pada unit accelerator serta diharapkan dapat memberi rekomendasi untuk lebih mengoptimalkan kinerja pada unit accelerator, karena unit ini merupakan salah satu unit yang penting untuk mengolah air bersih.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan membandingkan kinerja antara unit accelerator 1 dengan accelerator 3. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan menggunakan data primer yang didapatkan langsung dari lapangan dan data sekunder yang didapatkan dari pihak IPAM Ngagel. Selain itu, metode penelitian ini melibatkan studi lapangan, studi literatur, analisis data, dan wawancara. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kualitas air inlet dan outlet unit accelerator dengan parameter yang digunakan yaitu kekeruhan, pH, zat organik, amonia, nitrit, serta dosis koagulan yang diambil selama 20 hari.

Untuk pengujian kualitas air dengan beberapa parameter tersebut dilakukan berdasarkan ketentuan yang berlaku, yaitu :

- a) Analisis kekeruhan dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.25-2005. Pengukuran parameter kekeruhan dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan alat nephelometri.
- b) Analisis pH dilakukan berdasarkan SNI 6989.11-2019. Metode pengujian untuk analisis pH yaitu dengan metode potensiometri menggunakan pH meter.
- c) Analisis senyawa organik dilakukan berdasarkan SNI 06-6989 22-2004. Metode yang digunakan untuk mengukur angka permanganate yaitu dengan cara titrimetric. Angka permanganate dapat dihitung dengan rumus [2] :

$$\text{KMnO}_4 \text{ (mg/l)} = \frac{[(10-a)b - (10 \times c)] \times 31,6 \times 1000}{d} \times f \quad (1)$$

Keterangan :

a = volume larutan baku KMnO_4 yang dibutuhkan pada titrasi (mL)

b = normalitas larutan baku KMnO_4 yang sebenarnya (N)

c = normalitas larutan baku asam oksalat (N)

d = volume contoh (mL)

f = faktor pengenceran contoh uji

- d) Analisis amonia dilakukan sesuai dengan cara uji amonia berdasarkan SNI 06-6989.30-2005. Penentuan kadar amonia dilakukan dengan spektrofotometri UV-Vis secara fenat pada panjang gelombang 640 nm. Kadar ammonia didapatkan setelah [3] :

- Hasil pembacaan absorbansi contoh uji dimasukkan kedalam kurva kalibrasi
- Setelah didapatkan angka dari kurva kalibrasi kemudian kadar amonia dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar amonia (mg N/L)} = C \times fp \quad (2)$$

Keterangan :

C = kadar yang didapat dari hasil pengukuran (mg/L)

Fp = faktor pengenceran

- e) Analisis kadar nitrit dilakukan sesuai dengan cara uji nitrit berdasarkan SNI 01-3554-2006. Metode yang paling banyak digunakan yaitu metode spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 543 nm. Dengan cara perhitungan yaitu sebagai berikut [4] :

- Hasil pembacaan absorbansi contoh uji dimasukkan kedalam kurva kalibrasi
- Setelah didapatkan angka dari kurva kalibrasi kemudian kadar nitrit dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar nitrit (mg N/L)} = C \times fp \quad (3)$$

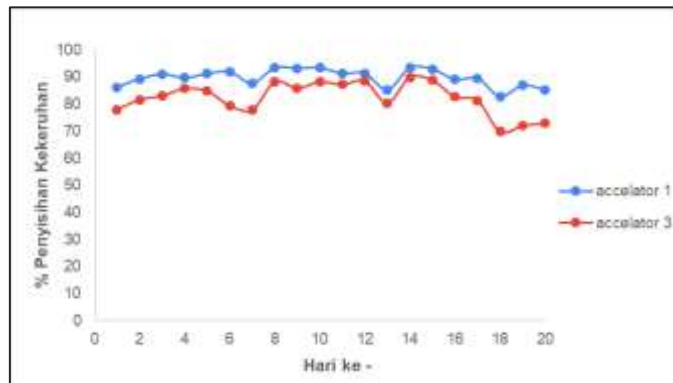
Keterangan :

C = kadar yang didapat dari hasil pengukuran (mg/L)

Fp = faktor pengenceran

3. Hasil dan Pembahasan

Efektifitas yang terjadi di unit accelerator dapat dilihat dari persen penyisihan pada parameter kualitas air yang di analisis antara lain kekeruhan, pH, senyawa organik, amonia, serta nitrit. Untuk parameter kekeruhan hasil persen penyisihan yang didapatkan dari unit accelerator 1 dan accelerator 3 disajikan pada **Gambar 1**.



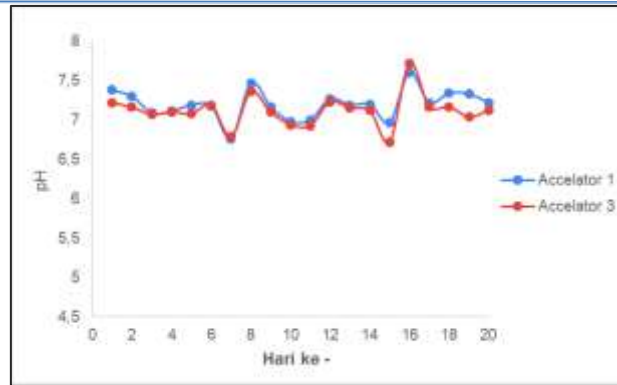
Gambar 1. Grafik hubungan antara waktu sampling (hari) dengan dosis koagulan pada accelerator terhadap % penyisihan kekeruhan
 Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan **Gambar 1**, menunjukkan bahwa persen penyisihan tertinggi pada accelerator no. 1 sebesar 93,41% dengan penggunaan dosis koagulan yaitu 27,22 kg/jam. Serta pada accelerator no. 3 menunjukkan bahwa persen penyisihan tertinggi yang didapatkan yaitu sebesar 89,82% dengan penggunaan dosis koagulan yaitu 67,41 kg/jam. Dosis yang digunakan tersebut dianggap optimum karena memiliki % penyisihan kekeruhan tertinggi.

Sedangkan pada accelerator 1 saat penggunaan dosis sebesar 27,87 kg/jam mendapatkan % penyisihan terendah yaitu 82,83%. Serta untuk accelerator 3 saat penggunaan dosis sebesar 55,74 kg/jam mendapatkan % penyisihan terendah yaitu 69,81%.

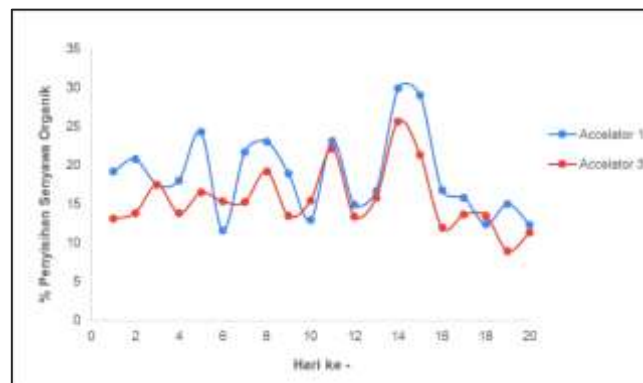
Pada **Gambar 1** tersebut menunjukkan bahwa saat dosis koagulan yang digunakan kurang sesuai maka dapat menyebabkan nilai kekeruhan menjadi meningkat serta nilai % penyisihan yang didapatkan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [5] yaitu saat kurangnya penggunaan dosis koagulan dapat mengakibatkan tumbukan antar partikel tidak sempurna sehingga flok-flok yang terbentuk menjadi kurang optimal. Sebaliknya saat penggunaan dosis koagulan lebih dari batas optimum, maka partikel yang telah destabilisasi menjadi ke keadaan stabil kembali yang mengakibatkan terjadinya deflokulasi flok yaitu flok akan pecah kembali menjadi partikel-partikel yang lebih kecil.

Selain itu, penggunaan dosis koagulan yang tidak sesuai dalam penggunaannya dapat berpengaruh pada kurang sesuai kondisi pH air yang dibutuhkan saat proses koagulasi. Hal ini sesuai dengan penelitian menurut [5] yaitu saat penggunaan koagulan ditingkatkan maka ion H⁺ dalam larutan semakin tinggi mengakibatkan pH larutan akan terus menurun. Karena saat proses koagulasi dengan koagulan alum dibutuhkan pH optimum yaitu pada kisaran pH 5,5 – 8,0 [6] supaya interaksi antara koagulan dengan partikel dapat berjalan secara efisien sehingga flok yang terbentuk lebih stabil dan mudah mengendap. Sebaliknya saat pH di luar range pH optimum maka proses pembentukan flok menjadi kurang efisien dan flok mungkin lebih mudah pecah. Dapat dilihat pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa accelerator 1 maupun accelerator 3 pH air yang dihasilkan masih berada dalam range pH optimum. Sehingga persen penyisihan pada unit pengolahan masih dapat meningkat.



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu sampling (hari) dengan dosis koagulan pada accelerator terhadap Nilai pH Setelah Pengolahan
 Sumber: Hasil Analisis, 2024

Adapun pengaruh lain yang disebabkan oleh penggunaan dosis koagulan yang kurang sesuai selain pada kekeruhan dan pH yaitu pada kadar senyawa organik yang terkandung dalam air. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 3** mengenai persen penyisihan senyawa organik dengan dosis koagulan yang digunakan.



Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu sampling (hari) dengan dosis koagulan pada accelerator terhadap % penyisihan senyawa organik
 Sumber: Hasil Analisis, 2024

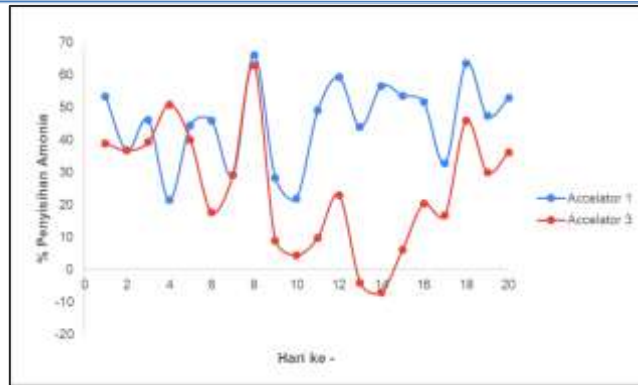
Dari **Gambar 3** dapat dilihat bahwa % penyisihan senyawa organik tertinggi pada accelerator 1 yaitu 29,91% dengan penggunaan dosis koagulan sebesar 27,22 kg/jam, serta % penyisihan senyawa organik tertinggi yang didapatkan pada accelerator 3 yaitu 25,64% dengan penggunaan dosis koagulan sebesar 67,41 kg/jam. Dosis yang digunakan tersebut dianggap optimum untuk menyisihkan senyawa organik karena memiliki % penyisihan tertinggi.

Sedangkan pada accelerator 1 saat penggunaan dosis koagulan sebesar 34,62 kg/jam mendapatkan % penyisihan terendah yaitu 11,63%. Serta untuk accelerator 3 saat penggunaan dosis koagulan sebesar 59,87 kg/jam mendapatkan % penyisihan terendah yaitu 9,00%.

Pada **Gambar 3** menunjukkan saat koagulan kurang sesuai atau semakin ditambahkan, maka terjadi penurunan penyisihan kandungan senyawa organik. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [7] yaitu larutan akan stabil dan mampu membentuk flok saat komposisi koagulan optimum telah tercapai. Sebaliknya saat komposisi koagulan yang berlebihan ataupun yang kurang dapat menurunkan efisiensi penyisihan, karena saat penggunaan koagulan berlebihan dapat mengakibatkan flok tidak lagi memperbesar ukuran dan berada pada kondisi jenuh yang mengakibatkan flok terurai kembali menjadi partikel-partikel kecil ataupun saat komposisi koagulan yang dibutuhkan kurang maka antar partikel banyak yang tetap saling tolak menolak dan tidak dapat membentuk flok secara optimal. Sehingga persen penyisihan yang didapatkan untuk senyawa organik cukup kecil.

Namun selain dari dosis koagulan terdapat faktor lain yang mempengaruhi persen penyisihan senyawa organik yaitu karakteristik senyawa organik. Terdapat beberapa senyawa organik yang memiliki berat molekul rendah yang dapat melewati proses koagulasi flokulasi tanpa terikat dengan koagulan untuk membentuk flok atau senyawa yang memiliki sifat stabil maka tidak mudah bereaksi dengan koagulan sehingga tetap tersebar dalam air.

Adapun untuk persen penyisihan yang didapatkan parameter amonia dapat dilihat pada **Gambar 4**.



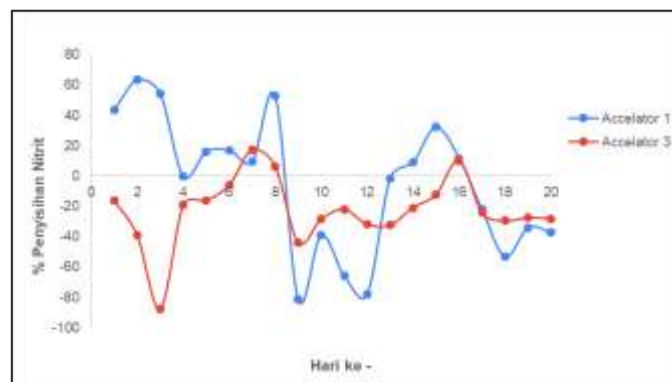
Gambar 4. Grafik hubungan antara waktu sampling (hari) dengan dosis koagulan pada accelerator terhadap % penyisihan amonia
Sumber: Hasil Analisis, 2024

Dari **Gambar 4** %penyisihan amonia tertinggi pada accelerator 1 yaitu 66,14% dengan penggunaan dosis koagulan sebesar 44,65 kg/jam, serta %penyisihan amonia tertinggi pada accelerator 3 yaitu 62,99% dengan penggunaan dosis koagulan sebesar 83,72 kg/jam. Dosis yang digunakan tersebut dianggap optimum untuk menyisihkan kadar amonia karena memiliki %penyisihan tertinggi.

Sedangkan pada accelerator 1 saat penggunaan dosis koagulan sebesar 37,11 kg/jam mendapatkan %penyisihan terendah yaitu 21,33%. Serta untuk accelerator 3 saat penggunaan dosis koagulan sebesar 67,41 kg/jam mendapatkan %penyisihan terendah yaitu -7,07%. Nilai (-) untuk %penyisihan yang didapatkan pada accelerator 3 tersebut menunjukkan bahwa terdapat kenaikan kadar amonia setelah proses koagulasi flokulasi.

Persen penyisihan yang didapatkan tidak sebanding dengan besarnya penggunaan dosis koagulan karena penggunaan koagulan dinilai kurang efektif dalam menyisihkan kadar amonia. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [8] menyebutkan bahwa amonia yang terkandung dalam air banyak ditemukan dalam bentuk kation amonium (NH_4^+), sehingga kation tersebut tidak bereaksi secara efektif dengan koagulan yang bermuatan positif untuk membentuk flok yang dapat diendapkan. Tetapi penyisihan amonia didapatkan dari reaksi antara kation amonium dengan pencemar partikulat lainnya dalam air yang pada umumnya bermuatan negative.

Namun adanya kadar amonia yang tinggi dalam air dapat menjadi salah satu faktor meningkatnya kadar parameter lainnya yaitu kadar nitrit. Penyisihan kadar nitrit disajikan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu sampling (hari) dengan dosis koagulan pada accelerator terhadap % penyisihan nitrit
Sumber: Hasil Analisis, 2024

Pada **Gambar 5** menunjukkan bahwa %penyisihan nitrit tertinggi pada accelerator 1 yaitu 63,41% dengan penggunaan dosis koagulan sebesar 33,49 kg/jam, serta %penyisihan nitrit tertinggi pada accelerator 3 yaitu 17,31% dengan penggunaan dosis koagulan sebesar 62,79 kg/jam. Dosis yang digunakan tersebut dianggap optimum untuk menyisihkan kadar nitrit karena memiliki %penyisihan tertinggi.

Sedangkan pada accelerator 1 saat penggunaan dosis koagulan sebesar 34,57 kg/jam mendapatkan %penyisihan terendah yaitu -81,25%. Serta untuk accelerator 3 saat penggunaan dosis koagulan sebesar 48,65 kg/jam mendapatkan %penyisihan terendah yaitu -87,50%.

Jika dilihat dari penggunaan koagulan, dosis yang kurang optimal dapat mengurangi efektivitas %penyisihan karena saat dosis terlalu rendah atau tinggi menyebabkan partikel-partikel kecil mungkin tidak menggumpal dengan baik sehingga %penyisihan kadar nitrit yang didapatkan kurang optimal. Selain itu pada **Gambar 5** terdapat nilai (-) untuk %penyisihan yang didapatkan, hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat kenaikan kadar nitrit dalam air setelah melalui proses koagulasi flokulasi. Bertambahnya kadar nitrit tersebut dapat berasal dari terjadinya oksidasi amonia, karena oksidasi amonia menghasilkan produk samping berupa nitrit. Hal ini didukung oleh [9] bahwa kandungan nitrit yang tinggi berasal dari amonia dalam air yang terurai oleh bakteri nitrosomonas menjadi nitrit.

Dari hasil analisa pada beberapa parameter kualitas air diatas didapatkan rata-rata efisiensi penyisihan untuk melihat kinerja dari accelerator 1 dan accelerator 3. Rata-rata efisiensi penyisihan disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kinerja Unit Accelerator Dalam Efisiensi Penyisihan

Parameter	Efisiensi Penyisihan (%)	
	Accelerator 1	Accelerator 3
Kekeruhan	90,59	83,80
Senyawa Organik	18,83	15,67
Amonia	45,18	26,87
Nitrit	-0,98	-21,13

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Pada **Tabel 1** dapat dilihat bahwa kinerja dari accelerator no 1 dinilai lebih baik dibanding accelerator no 3 dalam penyisihan beberapa parameter kualitas air. Perbedaan kinerja antara accelerator no 1 dengan accelerator no 3 dapat disebabkan karena kurang sesuainya dosis koagulan yang digunakan pada unit accelerator serta adanya kemungkinan kerusakan yang terjadi di dalam eksisting bangunan unit accelerator.

Untuk mengoptimalkan kinerja dari unit accelerator tersebut dapat dilakukan beberapa cara yaitu menurut [1][10] untuk menentukan dosis koagulan yang optimal dapat dilakukan dengan metode jarrest, pengujian rutin dan kalibrasi instrumen untuk memastikan akurasi dan kinerja yang tepat untuk unit pengolahan, serta memastikan bahwa prosedur operasional standar (SOP) diterapkan secara konsisten di unit pengolahan karena keterampilan operator juga dapat mempengaruhi perbedaan kinerja accelerator. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan mengevaluasi secara berkala semua aspek yang terlibat dalam proses yang ada di unit accelerator untuk memastikan kinerja yang optimal dari unit tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan selama 20 hari diperoleh hasil bahwa penggunaan dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan yang dihasilkan. Penggunaan dosis koagulan yang kurang tepat dapat mengakibatkan persen penyisihan menurun pada parameter kekeruhan dan senyawa organik, serta dapat berakibat pada pH yang dibutuhkan untuk proses koagulasi flokulasi di luar range pH optimum. Selain itu penggunaan koagulan alumunium sulfat kurang optimal untuk penyisihan amonia atau nitrit. Untuk mengoptimalkan kinerja dari unit accelerator dapat dilakukan beberapa cara yaitu menentukan dosis koagulan yang optimal dengan metode jarrest, melakukan kalibrasi instrument, serta memastikan prosedur operasional standar (SOP) diterapkan secara konsisten pada unit accelerator.

5. Daftar Pustaka

- [1] F. E. Bahctiar and R. K. H. Putro, "Pemantauan dan Optimasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Unit Lamella Clarifier dengan Penentuan Dosis Koagulan dan Flokulan," *Indones. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 76–88, 2022, [Online]. Available: <https://journal.publication-center.com/index.php/ijast/article/view/1416>
- [2] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 06-6989.22-2004 Air dan air limbah - Bagian 22: Cara uji nilai permanganat secara titrimetri," *Badan Stand. Nas.*, pp. 1–10, 2004.
- [3] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 06-6989.30-2005 Air dan air limbah – Bagian 30 : Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat ICS," *Badan Stand. Nas.*, pp. 1–6, 2005.
- [4] SNI, *Cara uji air minum dalam kemasan.SNI 01- 3554-2006*. 2006. [Online]. Available: file:///C:/Users/USER/Downloads/fdokumen.com_sni-01-3554-2006.pdf
- [5] D. F. M. W. Diharjo, J. Jannie, W. S. R. Permatasari, and T. Wikaningrum, "Comparison of Coagulant Dose (Poly Aluminum Chloride) Use in The Water Treatments Process of Kalimalang River," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2791–2797, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3889.

- [6] S. Ningsih and T. Harmawan, "Pengaruh Penambahan $Al_2(SO_4)_3$ Terhadap Derajat Keasaman Air Baku pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Keumueneng Langsa," *Quim. J. Kim. Sains dan Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 20–23, 2022, doi: 10.33059/jq.v4i1.4317.
- [7] L. A. Harahap, R. Sirait, and R. Yusuf Lubis, "Efektivitas Biji Kelor Pada Proses Koagulasi Untuk Penurunan Kekeruhan, Logam (Fe), dan Zat Organik ($KMnO_4$) Pada Air," *J. Online Phys.*, vol. 8, no. 2, pp. 66–69, 2023, doi: 10.22437/jop.v8i2.20970.
- [8] M. C. Hamonangan and A. Yuniarto, "Kajian Penyisihan Amonia dalam Pengolahan Air Minum Konvensional," *J. Tek. ITS*, vol. 11, no. 2, 2022, doi: 10.12962/j23373539.v11i2.85611.
- [9] R. Mayasari, "Pengaruh Kualitas Air Baku Terhadap Jenis dan Dosis Koagulan," *Integrasi*, vol. 1, no. 2, pp. 1–24, 2016.
- [10] Z. R. Ardiansyah and T. Wikaningrum, "Optimasi Proses Koagulasi dan Flokulasi pada Pengolahan Primer Air Limbah Kawasan Industri ABC," *J. Serambi Eng.*, vol. VIII, no. 2, pp. 5586–5597, 2023.
- [11] A. Zakaria, S. Sauri, D. M. Fadela, and P. S. A. Wardhani, "Efisiensi Penurunan Kadar COD, TSS, dan TDS pada Air Limbah Industri Pangan menggunakan Koagulan Poly Aluminium Chloride dengan metode Jar Test," *War. Akab*, vol. 45, no. 2, pp. 98–104, 2021, doi: 10.55075/wa.v45i2.60.
- [12] R. G. E. Bhaskoro and T. E. Ramadhan, "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum (Ipam) Karangpilang I Pdam Surya Sembada Kota Surabaya Secara Kuantitatif," *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 15, no. 2, p. 62, 2018, doi: 10.14710/presipitasi.v15i2.62-68.
- [13] M. Clever and O. H. Cahyonugroho, "Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Membran Nanofiltrasi dengan Koagulasi dan Flokulasi, dan Mikrofiltrasi sebagai Pretreatment," *EnviroUS*, vol. 3, no. Vol. 3 No. 1 (2022): Jurnal EnviroUs, pp. 122–131, 2022, [Online]. Available: <http://enviro.us.upnjatim.ac.id/index.php/enviro.us/article/view/167/98>
- [14] O. H. Cahyonugroho, S. Hariyanto, and G. Supriyanto, "Dissolved organic matter and its correlation with phytoplankton abundance for monitoring surface water quality," *Glob. J. Environ. Sci. Manag.*, vol. 8, no. 1, pp. 59–74, 2022, doi: 10.22034/gjesm.2022.01.05.
- [15] Anidah H Triwulandari and Okik Hendriyanto Cahyonugroho, "Analisis Kualitas Air Permukaan Sungai Gandong Bojonegoro," *Insologi J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 6, pp. 1080–1087, 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i6.2829.