

Efektivitas Unit Intake, Aerasi, Pra Klorinasi, Koagulasi, dan Flokulasi di Instalansi Pengolahan Air (IPA) 2 Krian

Devi Mustika Sari, Novirina Hendrasarie*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: novirina@upnjatim.ac.id

Diterima: 13 Juni 2025

Disetujui: 24 Juni 2025

Abstract

This study aims to evaluate the effectiveness of water treatment process units including intake, aeration, pre-chlorination, coagulation, and flocculation at the Krian 2 Water Treatment Plant (IPA). Each unit has an important role in ensuring the quality of raw water into clean water that meets standards. The evaluation was carried out using a quantitative descriptive approach, using primary and secondary data obtained from field observations and laboratory tests. The results showed that the intake unit functioned quite well in supplying raw water with a stable discharge. The aeration unit was able to increase dissolved oxygen levels and reduce iron (Fe) and manganese (Mn) levels. The disinfection process showed effectiveness in reducing the number of pathogenic microorganisms, although it was influenced by the dose and contact time. The coagulation and flocculation units worked effectively in reducing turbidity and suspended solids through the addition of coagulant chemicals, namely PAC. Overall, the processing units at IPA 2 Krian have shown quite good effectiveness in producing clean water, although there are several technical aspects that need to be optimized to increase process efficiency.

Keywords: *effectiveness, ipa 2 krian, intake, aeration, pre-chlorination, coagulation, flocculation*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas unit proses pengolahan air yang meliputi intake, aerasi, pra klorinasi, koagulasi, dan flokulasi di Instalansi Pengolahan Air (IPA) 2 Krian. Setiap unit memiliki peran penting dalam menjamin kualitas air baku menjadi air bersih yang memenuhi standar. Evaluasi dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif, menggunakan data primer dan sekunder yang berasal dari hasil observasi lapangan serta uji laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa unit intake berfungsi cukup baik dalam menyuplai air baku dengan debit stabil. Unit aerasi mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut dan menurunkan kadar zat besi (Fe) dan mangan (Mn). Proses desinfeksi menunjukkan efektivitas dalam menurunkan jumlah mikroorganisme patogen, meskipun dipengaruhi oleh dosis dan waktu kontak. Unit koagulasi dan flokulasi bekerja efektif dalam menurunkan kekeruhan dan padatan tersuspensi melalui penambahan bahan kimia koagulan yaitu PAC. Secara keseluruhan, unit-unit pengolahan di IPA 2 Krian telah menunjukkan efektivitas yang cukup baik dalam menghasilkan air bersih, meskipun terdapat beberapa aspek teknis yang perlu optimalkan untuk peningkatan efisiensi proses.

Kata kunci: *efektivitas, ipa 2 krian, intake, aerasi, pra klorinasi, koagulasi, flokulasi*

1. Pendahuluan

Sumber air bersih dapat berasal dari air permukaan, air tanah, dan air hujan. Namun, tidak semua sumber air tersebut dapat digunakan langsung untuk keperluan konsumsi karena dapat mengandung kontaminan biologis maupun kimiawi yang melebihi ambang batas. Dengan demikian, diperlukan proses pengolahan air yang sesuai agar kualitas air memenuhi standar kesehatan. Salah satu contoh pengolahan air dilakukan oleh Instalansi Pengolahan Air (IPA) 2 yang memanfaatkan air sungai penambangan sebagai air baku [1]. Untuk menjamin kualitas air yang dihasilkan, diperlukan efektivitas kinerja dari setiap unit proses pengolahan yang ada, yaitu unit *intake, aerasi, desinfeksi, koagulasi, dan flokulasi* [2].

Unit intake berfungsi untuk menyalurkan air baku dari lokasi sumber menuju unit pengolahan selanjutnya. Efektivitas unit ini sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas air baku serta desain sistem penyaringan awal. Selanjutnya, unit aerasi bertujuan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut serta menghilangkan gas-gas terlarut seperti H₂S dan senyawa besi dan mangan melalui proses oksidasi [3]. Efektivitas proses ini sangat tergantung pada waktu kontak dan luas permukaan udara yang bersentuhan dengan air.

Proses pra klorinasi berperan dalam membunuh atau menonaktifkan mikroorganisme patogen yang berpotensi menimbulkan penyakit. Efektivitas proses desinfeksi, umumnya menggunakan klorin,

dipengaruhi oleh dosis, waktu kontak, dan kondisi pH air [4]. Selanjutnya, proses koagulasi dan flokulasi merupakan tahapan penting dalam menghilangkan partikel koloid dan bahan organik terlarut melalui penambahan koagulan seperti tawas atau PAC (polyaluminium chloride) [5]. Keefektifan kedua proses ini sangat tergantung pada jenis dan dosis koagulan, pH, serta kecepatan pengadukan.

Evaluasi efektivitas masing-masing unit di IPA 2 Krian sangat penting dilakukan untuk memastikan bahwa air hasil olahan memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010. Dengan menilai performa dari tiap unit, dapat diidentifikasi potensi perbaikan dan peningkatan efisiensi sistem pengolahan air secara keseluruhan [6].

2. Metode Penelitian

Dengan menggunakan deskriptif kuantitatif, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas unit-unit proses pengolahan air meliputi intake, aerasi, desinfeksi, koagulasi, dan flokulasi di Instalasi Pengolahan Air (IPA) 2 Krian. Metode ini digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual proses pengolahan berdasarkan data hasil observasi, pengukuran parameter kualitas air, serta dokumentasi operasional unit prosesnya [7].

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan, wawancara dengan operator IPA, serta analisis laboratorium terhadap sampel air pada setiap tahap proses pengolahan. Parameter kualitas air yang dianalisis mencakup kekeruhan, warna, pH, zat besi (Fe), zat mangan (Mn), total coliform, E.coli. Parameter tersebut dipilih karena secara umum mewakili efektivitas proses-proses yang berlangsung pada masing-masing unit [8].

Evaluasi pada unit *intake* dilakukan dengan mengamati debit air, kondisi penyaringan awal, dan kestabilan aliran. Untuk unit *aerasi*, dianalisis efektivitasnya dalam meningkatkan kadar oksigen terlarut dan menurunkan logam terlarut seperti Fe dan Mn, sesuai dengan metode yang diterapkan selama proses penelitian oleh Iskandar et al. (2016). Evaluasi unit *pra klorinasi* dilakukan dengan mengukur kadar residual klor dan keberadaan mikroorganisme (total coliform) [9].

Sementara itu, efektivitas unit *koagulasi* dan *flokulasi* dievaluasi melalui pengamatan pada proses pencampuran cepat dan lambat serta hasil penurunan kekeruhan dan total padatan tersuspensi (TSS) setelah proses berlangsung. Teknik jar test digunakan untuk menentukan dosis optimum koagulan, mengacu pada metode yang digunakan oleh Putri & Nugroho (2017).

Sesuai dengan standar Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No. 2 Tahun 2023, data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif untuk menentukan tingkat keberhasilan setiap unit dalam mencapai parameter mutu air baku.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Proses Pengolahan Air Minum di IPA 2 Krian

Instalasi Pengolahan Air Minum adalah penggabungan proses pengolahan seperti intake, aerasi, pra klorinasi, koagulasi, flokulasi. Standar ini memberikan pedoman untuk desain, konstruksi, dan pengoperasian bangunan pengolahan air bersih. Dokumen ini mencakup berbagai aspek pengolahan air, termasuk desain sistem aerasi, desinfeksi, koagulasi, flokulasi, penggunaan media koagulasi dan flokulasi. Tujuan dari instalasi pengolahan air minum adalah untuk menghasilkan air minum yang memenuhi baku mutu, kuantitas, dan kontinuitas. IPA 2 Krian merupakan sistem instalasi pengolahan air yang terdiri dari beragam pengolahan air, meliputi intake, koagulasi, flokulasi, clarifier, filter dan reservoir.

3.2 Evaluasi Kinerja Proses Aerasi, Pra Klorinasi, dan Unit Koagulasi, Flokulasi IPA 2 Krian

a. Intake

Intake dalam pengolahan air minum yakni struktur atau sistem yang berfungsi untuk mengambil atau mengalirkan air baku dari sumbernya, seperti waduk, sungai, menuju ke pengolahan air. Sistem ini adalah tahap awal yang sangat penting dalam proses penyediaan air minum karena menentukan kualitas dan kuantitas air yang akan diolah. Komponen utama dari intake biasanya meliputi pintu air untuk mengatur jumlah air yang masuk, Screen atau penyaring benda-benda besar seperti sampah, daun ataupun hewan. Jenis intake dapat berbeda tergantung pada sumber airnya, seperti intake sungai, danau ataupun sumur. Desain dan pemeliharaan intake yang baik sangat diperlukan agar proses pengolahan air berjalan dengan lancar dan efisien [10].

Evaluasi kinerja pada unit intake di Instalasi Pengolahan Air (IPA) 2 Krian bertujuan untuk menilai sejauh mana unit intake dapat berfungsi secara optimal dalam menyuplai air baku yang memenuhi standar kuantitas dan kualitas ke tahap pengolahan berikutnya. Unit intake merupakan

komponen penting karena menjadi gerbang pertama masuknya air dari sumber, sehingga keandalannya sangat mempengaruhi kinerja seluru pengolahan sistem air minum [11].

Berdasarkan hasil uji yang dilakukan Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya terhadap air baku di IPA 2 Krian, menunjukkan kinerja intake yang baik dalam sistem pengolahan air minum. Seluruh parameter kualitas air diuji, baik fisika, kimia, maupun mikrobiologi, berada dalam batas yang ditetapkan oleh Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

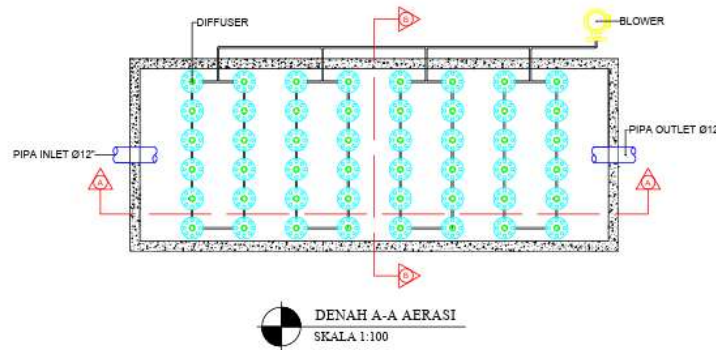
Secara keseluruhan, intake berfungsi dengan baik dalam mengalirkan air baku berkualitas ke instalasi pengolahan. Kualitas air yang baik yaitu proses pengolahan berjalan lebih efisien dan tidak membutuhkan perlakuan intensif untuk menghilangkan kontaminan. Maka dari itu, hasil menunjukkan bahwa konsumsi IPA 2 Krian sangat membantu menyediakan air minum yang aman dan memenuhi standar kesehatan. Meski demikian, pemantauan kualitas air baku secara berkala tetap perlu dilakukan untuk memastikan kestabilan dan mencegah terjadinya pencemaran, terutama pada musim hujan.

b. Aerasi

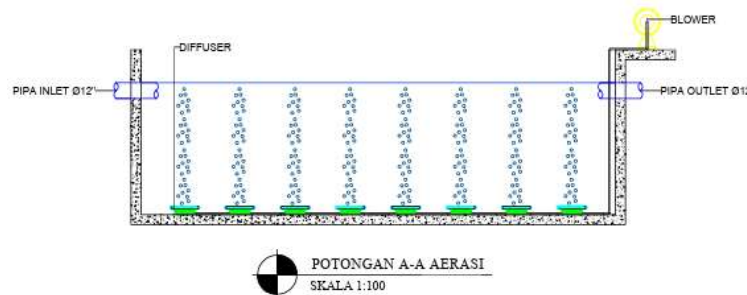
Proses aerasi adalah proses penambahan udara ke dalam air dengan tujuan utama meningkatkan kadar oksigen terlarut. Aerasi biasanya digunakan dalam pengolahan air bersih dan air limbah untuk membantu menghilangkan gas-gas terlarut yang tidak diinginkan seperti karbon dioksida dan hidrogen sulfida, serta mengoksidasi zat-zat terlarut seperti besi dan mangan. Dengan meningkatkan kadar oksigen, proses ini juga mendukung aktivitas mikroorganisme aerobik yang berperan dalam penguraian bahan organik dalam air.

Aerasi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) 2 Krian adalah tahapan penting dalam pengolahan air minum. Proses ini melarutkan oksigen dalam air, meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan gas-gas terlarut dari air. Tujuan dari proses aerasi adalah untuk mengurangi jumlah bahan pencemar, sehingga konsentrasi oksigen terlarut dalam air berkurang atau sama sekali hilang [12]. Alat pengasil oksigen yang digunakan dalam unit ini adalah aerator atau difuser. Aerator ditempatkan di dalam kolam aerasi untuk menghasilkan buih udara yang dicampur dengan air.

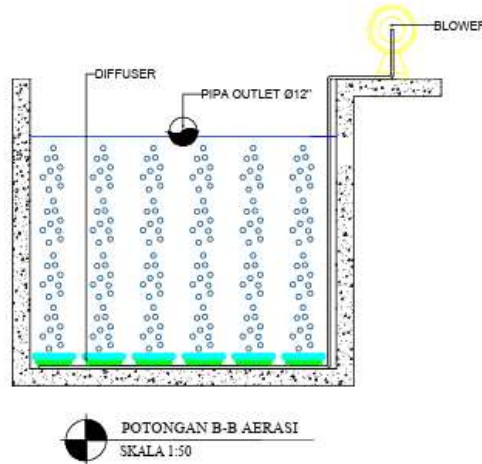
Pada IPA 2 Krian yang diteliti ini, aerasi yang digunakan memiliki bentuk persegi panjang terdiri dari 2 bak. Denah dua bak aerasi seperti **Gambar 1** dibawah ini:



Gambar 1. Denah Aerasi
 Sumber : Data Primer, 2025



Gambar 2. Potongan Aerasi
 Sumber: Data Primer, 2025



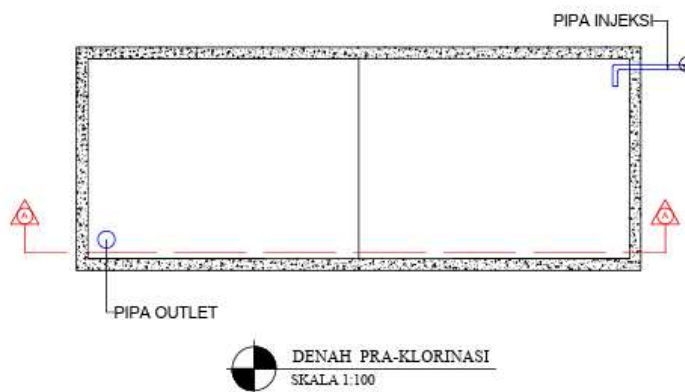
Berdasarkan hasil uji kualitas air dari IPA 2 Krian, proses aerasi tampaknya telah dinonaktifkan, namun evaluasi tetap dapat dilakukan dengan meninjau parameter-parameter yang secara umum dipengaruhi oleh proses aerasi. Parameter utama seperti Besi (Fe) dan Mangan (Mn) terdeteksi dalam hasil pengujian dengan nilai masing-masing sebesar 0,05 mg/L dan 0,003 mg/L untuk Mn. Nilai-nilai ini berada di bawah ambang batas baku mutu, yaitu 0,2 mg/L dan 0,1 mg/L, sesuai dengan Permenkes No. 2 Tahun 2023. Meskipun demikian, nilai-nilai tersebut tetap menunjukkan keberadaan logam terlarut yang biasanya dapat dikurangi lebih efektif melalui proses aerasi.

Selain itu, parameter bau dan warna menunjukkan hasil baik, yakni tidak berbau dan warna 4 TCU, yang masih jauh di bawah batas maksimal 15 TCU. Ini mengindikasikan bahwa meskipun aerasi dimatikan, pengolahan berikutnya masih mampu mempertahankan kualitas visual dan sensorik air. pH air berada pada 6,8, yang menunjukkan kondisi netral dan mendukung efektivitas koagulasi dan desineksi. Namun demikian, ketiadaan proses aerasi berpotensi menurunkan kadar oksigen terlarut (DO). Rendahnya DO dapat menghambat oksidasi logam dan menyebabkan peningkatan logam terlarut dalam jangka panjang, terutama jika kualitas air baku berubah atau memburuk.

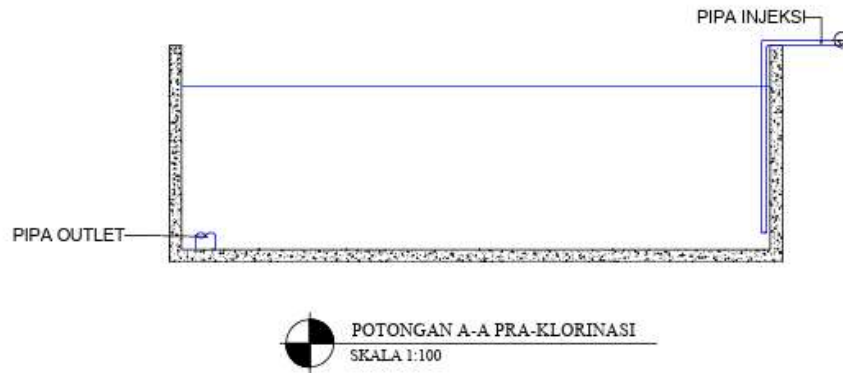
Secara keseluruhan kinerja pengolahan masih memenuhi baku mutu, namun penghentian proses aerasi perlu terus dievaluasi secara berkala. Jika terdapat peningkatan logam terlarut, penurunan DO, atau keluhan dari pelanggan terkait warna dan bau, proses aerasi diaktifkan kembali guna menjaga efektivitas pengolahan dan kestabilan kualitas air minum yang dihasilkan.

c. Pra Klorinasi

Proses pra-klorinasi adalah salah satu tahap awal dalam proses air mium bertujuan untuk mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme, mengoksidasi zat organik, mangan sebelum memasuki tahap koagulasi dan flokulasi. Di IPA 2 Krian, proses pra klorinasi dilakukan dengan menambahkan gas klorin pada air baku dari sungai pelayaran di Desa Penambangan [13]. Bangunan ini terdapat 2 bak. Terdiri dari injeksi yang berfungsi membunuh mikroorganisme dalam air baku sebelum masuk ke pengolahan.



Gambar 3. Denah Pra-Klorinasi
 Sumber : Data Primer, 2025



Gambar 4. Potongan Pra-Klorinasi
 Sumber : Data Primer, 2025

Berikut adalah evaluasi kinerja proses pra klorinasi berdasarkan data hasil pemeriksaan laboratorium:

Tabel 1. Hasil Uji Parameter Mikrobiologis

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu (Permenkes No. 2/2023)
Total Coliform	CFU/100 mL	<1	0
E. coli	CFU/100 mL	<1	0

Tabel 2. Parameter Pendukung Proses Desinfeksi

Parameter	Hasil	Standar
Ph	6,8	6,5-8,5
Warna (TCU)	4	Maksimal 10
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau

Pada hasil uji menunjukkan bahwa proses pra klorinasi berjalan cukup efektif dalam menurunkan kadar mikroorganisme awal, seperti total coliform, e coli, serta mampu mengurangi bau. Namun, efektivitas proses ini sangat dipengaruhi oleh dosis klorin yang digunakan, dan kualitas air baku. Jika dosis terlalu rendah, maka mikroorganisme tidak akan sepenuhnya tereliminasi, sedangkan jika terlalu tinggi, dapat membentuk senyawa samping seperti trihalometana (THM) yang berbahaya bagi kesehatan. Maka dari itu, pengendalian dosis dan pemantauan sisa klor menjadi kunci dalam menjaga kualitas hasil proses pra klorinasi.

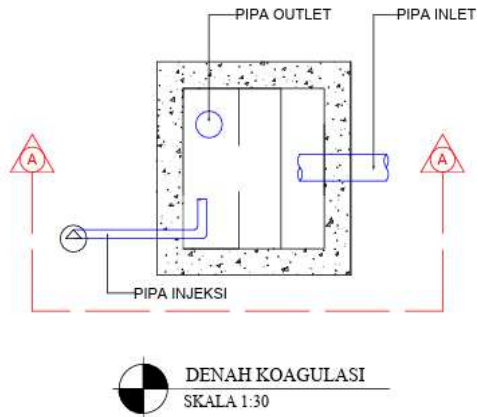
d. Koagulasi

Dalam penelitian ini dilakukan penelitian pendahuluan yaitu air sungai yang diolah terlebih dahulu dengan metode koagulasi flokulasi untuk mengurangi kadar pencemaran air. Proses koagulasi adalah salah satu metode untuk memisahkan padatan tersuspensi dan partikel koloid. Koagulan yang digunakan dalam proses koagulasi yaitu Poly Aluminium Chloride (PAC) [14].

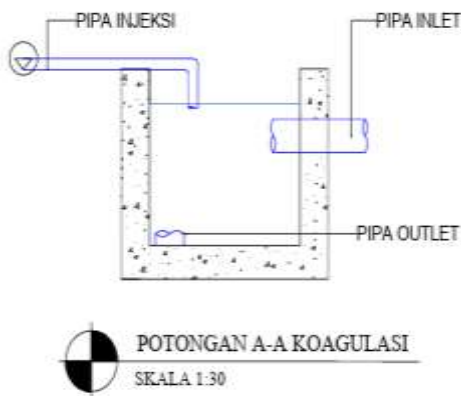
Menurut Duan dan Gregory (2020), koagulasi merupakan proses penting dalam proses pengolahan air limbah dan air bersih yang melibatkan penambahan koagulan untuk menetralkan muatan partikel koloid, memungkinkan partikel-partikel kecil tersebut bergabung menghasilkan flok yang lebih besar yang mudah mengendap.

Data kinerja unit koagulasi di Instalasi Pengelolaan Air (IPA) 2 Krian untuk penelitian ini meliputi proses pengolahan air dan kualitas air sebelum dan setelah melalui proses koagulasi. Parameter penelitian ini adalah kekeruhan yang diukur dengan menggunakan alat turbidity meter. Data-data yang dikumpulkan kemudian dihitung tingkat removal kekeruhan dalam presentase untuk mengecek kinerja unit koagulasi dan dengan dicantumkan dalam bentuk grafik agar mudah dianalisis. Rumus yang digunakan untuk mencari % removal adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Removal} = \frac{\text{inlate} - \text{outlate}}{\text{inlate}} \times 100\%$$



Gambar 5. Denah Koagulasi
 Sumber : Data Primer, 2025



Gambar 6. Potongan Koagulasi
 Sumber : Data Primer, 2025

Dalam menganalisis kinerja unit koagulasi di IPA 2 Krian perlu dilakukan pengujian kualitas air pada saat sebelum dan setelah masuk di unit koagulasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa baik unit koagulasi di IPA 2 Krian meremoval parameter kekeruhan dari air baku yang sedang diolah. Berikut hasil pengukuran kekeruhan dari unit koagulasi IPA 2 Krian yaitu:

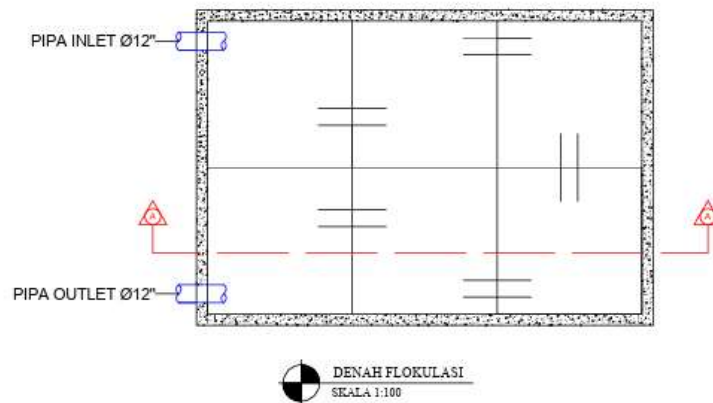
Tabel 3. Pengukuran Kekeruhan Air Koagulasi IPA 2 Krian

Periode Waktu		Pengukuran Kekeruhan Air Koagulasi		% Removal
Tanggal	Pukul	Inlate	Outlet	
22-Mei-25	08.00 WIB	159,9	74,4	53,47%
23-Mei-25	08.00 WIB	152,7	91,7	39,94%
26-Mei-25	08.00 WIB	78,9	59,1	25,09%
27-Mei-25	08.00 WIB	99,3	63,2	36,35%
28-Mei-25	08.00 WIB	119,7	67,3	43,77%

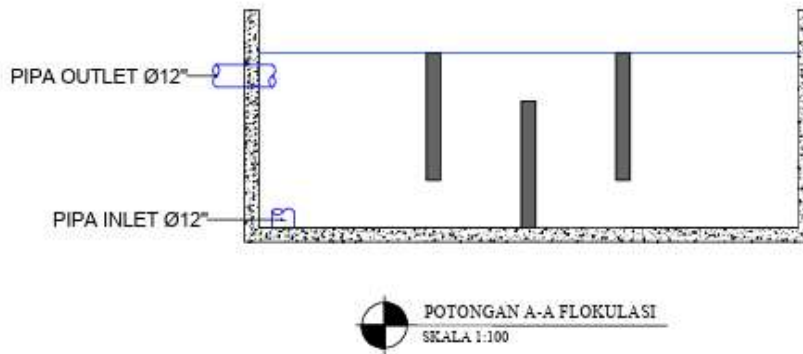
e. Flokulasi

Flokulasi adalah penggumpalan partikel-partikel halus yang tersebar dalam suatu cairan menjadi gumpalan-gumpalan yang lebih besar atau flok. Proses ini terjadi setelah partikel-partikel tersebut kehilangan muatan listriknya, sehingga dapat saling menempel dan membentuk endapan. Flokulasi sering digunakan dalam pengolahan air dan limbah untuk mempermudah pemisahan zat padat dari cairan melalui pengendapan atau penyaringan [15]. Durasi kontak untuk proses flokulasi berkisar

antara 15 hingga 45 menit, bahkan bisa mencapai 1 jam atau lebih. Gradien kecepatan memainkan peran penting dalam proses ini. Apabila gradien kecepatan terlalu cepat atau besar, hal ini dapat menghambat pembentukan flok atau menyebabkan flok yang terbentuk pecah, sehingga sulit untuk mengendap.



Gambar 7. Denah Flokulasi
 Sumber : Data Primer, 2025



Gambar 8. Potongan Flokulasi
 Sumber : Data primer, 2025

Berdasarkan laporan uji kualitas air minum di IPA 2 Krian dari PDAM Delta Tirta Sidoarjo, yang dilakukan oleh Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya (tanggal pengambilan sampel 15 April 2025, dianalisis 16-18 April 2025), berikut adalah evaluasi kinerja proses desinfeksi berdasarkan data hasil uji laboratorium:

Tabel 4. Data Laporan Penguji Kualitas Air Minum

Parameter	Hasil	Satuan	Baku Mutu	Kesimpulan
Kekeruhan	0,06	NTU	<3	Sangat baik
Warna	4	TCU	10	Baik
Bau	Tidak Berbau	-	Tidak berbau	Sesuai
pH	6,8	-	6,5-8,5	Ideal
Total Dissolved Solid (TDS)	112	mg/L	<300	Aman
Aluminium (Al) (terlarut)	TTD	mg/L	0,2	Tidak terdeteksi

*TTD = Tidak Tersedia = Hasil Analisa dibawah Limit Deteksi

Berdasarkan uji menunjukkan bahwa hasil evaluasi menunjukkan bahwa proses flokulasi di IPA 2 Krian berjalan dengan baik. Seluruh parameter utama berada dalam rentang standar baku mutu air minum dan tidak menunjukkan adanya ketidaksesuaian.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di IPA 2 Krian, dapat ditarik kesimpulan bawah secara umum proses pengolahan air minum yang meliputi intake, aerasi, pra-klorinasi, koagulasi, dan flokulasi menunjukkan kinerja yang cukup efektif dalam memenuhi standar kualitas air minum sesuai Permenkes No.2 Tahun 2023. Unit intake bekerja secara optimal dalam mengambil air baku dari sumbernya dan tidak membutuhkan perlakuan intensif untuk menghilangkan kontaminan. Proses aerasi meskipun dalam kondisi dinonaktifkan, masih menunjukkan hasil parameter logam (Fe dan Mn) yang rendah, namun perlu perhatian lebih teradap kadar oksigen terlarut. Proses pra klorinasi terbukti berjalan sangat efektif dengan tidak terdeteksinya E.coli maupun total coliform, serta memenuhi parameter pendukung seperti pH, bau, dan warna. Unit koagulasi dan flokulasi juga menunjukkan efektivitas yang baik dalam menurunkan kekeruan dan memperbaiki kualitas visual air, dengan seluruh parameter fisika dan kimia berada dalam ambang batas yang diperbolehkan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengolahan di IPA 2 Krian telah berjalan optimal.

5. Ucapan Terima kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Novirina Hendrasarie selaku dosen pembimbing, atas kesediaannya meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan yang sangat berarti selama proses penyusunan jurnal ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada PERUMDA Delta Tirta Sidoarjo atas kesempatan yang diberikan untuk memperoleh pengalaman langsung serta wawasan baru yang sangat mendukung dalam penyusunan jurnal ini.

6. Referensi

- [1] N. Hendrasarie, K. Fadilah, and M. R. Ranno, "Sequencing Batch Reactor to Treatment Tofu Wastewater Using Impeller Addition," *J. Ecol. Eng.*, vol. 23, no. 11, pp. 158–164, 2022, doi: 10.12911/22998993/153491.
- [2] H. Novirina and F. I. Zarfandi, "Integrated Anoxic-Oxic Sequencing Batch Reactor Combined with Coconut Fiber Waste as Biofilm and Adsorbent Media," *J. Ecol. Eng.*, vol. 24, no. 11, pp. 176–189, 2023, doi: 10.12911/22998993/170994.
- [3] D. Pengolahan and L. Berminyak, "Issn 1907-5626," vol. 2, no. 2, 1907.
- [4] F. Z. J. Z. Jannah, M. S. Zuhri, and E. Mulyadi, "Optimasi Kadar Ozon Dalam Proses Disinfeksi Bakteri Coliform Pada Pengolahan Air Minum," *J. Tek. Kim.*, vol. 15, no. 2, pp. 59–65, 2021, doi: 10.33005/jurnal_tekkim.v15i2.2567.
- [5] C. Rahma and C. R. Niani, "Penggunaan Tawas (Al₂(SO₄)₃) dalam Menurunkan Kadar Total Suspended Solid Air Limbah Batubara," *J. Optim.*, vol. 7, no. 1, p. 60, 2021, doi: 10.35308/jopt.v7i1.2562.
- [6] Bambang Priadie, "Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air," *J. Ilmu Lingkungan*, vol. 10, no. 1, pp. 38–48, 2012, [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan>
- [7] Ardyan, Elia, et al. *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif: Pendekatan Metode Kualitatif dan Kuantitatif di Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [8] U. Atikah, R. Purnaini, and G. C. Asbanu, "Analisis Kualitas Air Baku dan Kualitas Air Hasil Produksi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Mukok PDAM Tirta Pancur Aji Kota Sanggau," *J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah*, vol. 11, no. 2, p. 297, 2023, doi: 10.26418/jtlb.v11i2.64525.
- [9] 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.
- [10] A. Darmawan and A. Amalia, "Analisis Kinerja Instalasi Pengolahan Air Unit IV di PDAM Legundi Gresik," vol. 6, no. 2, pp. 387–396, 2024.
- [11] 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.
- [12] D. P. Sriweni and N. Hendrasarie, "Efektivitas Jenis Media Pada Penurunan Kandungan Polutan Air Limbah Laundry Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor," vol. X, no. 2, pp. 12742–12754, 2025.
- [13] Hendrasarie, Novirina, et al. "CFD Simulation of the Effect of Adding a Sludge Zone to the Sequencing Batch Reactor for Fluid Turbulence." *2023 IEEE 9th Information Technology International Seminar (ITIS)*. IEEE, 2023.

-
- [14] P. A. Wildanum and N. Hendrasarie, "Processing of Coagulation Flocculation Sequencing Batch Reactor (Sbr) in Kebon Agung River As Clean Water," *J. Enviromental Eng. Sustain. Technol.*, vol. 10, no. 2, pp. 75–87, 2023, doi: 10.21776/ub.jeest.2023.010.02.4.
- [15] Z. Rahimah, H. Heldawati, and I. Syauqiah, "Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan Pac," *Konversi*, vol. 5, no. 2, p. 13, 2018, doi: 10.20527/k.v5i2.4767.