

Pengaruh Jumlah Baffle Pada Reaktor Koagulasi Hidraulis untuk Menurunkan Parameter TSS dan Kekeruhan

Bonita Setyaningtias*, Aussie Amalia

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

*Koresponden email: nitaasetyaa24@gmail.com

Diterima: 20 Juni 2025

Disetujui: 26 Juni 2025

Abstract

The declining quality of river water due to domestic and industrial activities demands effective water treatment technologies. This study aims to evaluate the effect of varying the number of baffles in a hydraulic coagulation reactor on the removal efficiency of Total Suspended Solids (TSS) and turbidity using two types of coagulants: Ferric Chloride (FeCl_3) and Ferrous Sulfate (FeSO_4). The experiment was conducted with baffle variations of 26, 30, 34, 38, and 42, and sedimentation times of 30, 60, and 90 minutes. The results showed that increasing the number of baffles and sedimentation time improved TSS and turbidity removal efficiency up to an optimum point. FeSO_4 achieved the highest TSS removal efficiency of 97% at 42 baffles and 90 minutes of sedimentation, while FeCl_3 demonstrated more stable and high turbidity removal efficiency, reaching up to 97%. Statistical analysis using ANOVA indicated that the type of coagulant, number of baffles, and sedimentation time significantly affected TSS removal, whereas turbidity removal was more influenced by the number of baffles and sedimentation time. These findings highlight the importance of proper hydraulic design in optimizing the coagulation-flocculation process for more efficient water treatment.

Keywords: *hydraulic coagulation, baffle number, tss, turbidity, ferric chloride, ferrous sulfate*

Abstrak

Kualitas air sungai yang menurun akibat aktivitas domestik dan industri menuntut adanya teknologi pengolahan air yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi jumlah baffle pada reaktor koagulasi hidraulis terhadap efisiensi penyisihan Total Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan menggunakan dua jenis koagulan, yaitu Ferri Klorida (FeCl_3) dan Ferri Sulfat (FeSO_4). Penelitian dilakukan dengan variasi jumlah baffle sebanyak 26, 30, 34, 38, dan 42 serta waktu pengendapan selama 30, 60, dan 90 menit. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan jumlah baffle dan waktu pengendapan memberikan peningkatan efisiensi penyisihan TSS dan kekeruhan hingga titik optimum. FeSO_4 memberikan efisiensi penyisihan TSS tertinggi sebesar 97% pada jumlah baffle 42 dan waktu pengendapan 90 menit, sedangkan FeCl_3 menunjukkan efisiensi penyisihan kekeruhan yang lebih stabil dan tinggi hingga mencapai 97%. Uji statistik ANOVA menunjukkan bahwa jenis koagulan, jumlah baffle, dan waktu pengendapan secara signifikan memengaruhi penyisihan TSS, sedangkan penyisihan kekeruhan lebih dipengaruhi oleh jumlah baffle dan waktu pengendapan saja. Hasil ini menunjukkan bahwa desain hidraulik yang tepat sangat penting dalam optimalisasi proses koagulasi-flokulasi untuk pengolahan air yang lebih efisien.

Kata Kunci: *koagulasi hidraulis, jumlah baffle, tss, kekeruhan, ferri klorida, ferri sulfat*

1. Pendahuluan

Air sungai merupakan salah satu sumber air baku yang sangat penting bagi kehidupan manusia, terutama di daerah tropis yang memiliki curah hujan tinggi dan banyak aliran sungai. Penggunaan air sungai meliputi berbagai sektor, mulai dari kebutuhan domestik, pertanian, industri, hingga sebagai sumber bahan baku air minum [1]. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, kualitas air permukaan semakin memburuk akibat aktivitas manusia seperti urbanisasi, pertanian yang semakin intensif, industri, peternakan, dan lain sebagainya [2].

TSS adalah partikel tersuspensi yang tidak larut dan dapat berasal dari bahan organik maupun anorganik, sedangkan kekeruhan menggambarkan tingkat kejernihan air yang dipengaruhi oleh keberadaan partikel halus. Kedua parameter ini merupakan indikator penting dalam menilai kualitas air baku, karena tingginya nilai TSS dan kekeruhan dapat mengganggu proses pengolahan air dan menurunkan efektivitas desinfeksi. Untuk itu, diperlukan proses pengolahan awal yang efektif guna menurunkan parameter-parameter tersebut [3]

Salah satu teknologi yang umum dan efektif digunakan adalah proses koagulasi-flokulasi, yaitu teknik yang memanfaatkan penambahan bahan kimia koagulan untuk menggumpalkan partikel koloid dan suspensi halus menjadi flok yang lebih besar dan mudah diendapkan [4]. Pada koagulasi-flokulasi Ada dua jenis pengolahan berdasarkan energi yang digunakan, yaitu dengan tenaga mekanis dan hidraulis. Koagulasi dan flokulasi yang paling efisien dalam pemanfaatan energi adalah tipe hidraulis, yang memanfaatkan energi gravitasi [5]. Proses ini terdiri dari dua tahap: koagulasi (pembentukan inti flok melalui destabilisasi partikel) dan flokulasi (penggabungan inti flok menjadi flok yang lebih besar).

Beberapa jenis koagulan yang umum digunakan dalam proses ini adalah ferri klorida (FeCl_3), dan ferri sulfat (FeSO_4) [6]. Ferri klorida (FeCl_3) adalah koagulan anorganik yang efektif dalam menghilangkan partikel tersuspensi, kekeruhan, warna, dan bahan organik terlarut dalam pengolahan air dan air limbah. Efektivitasnya berasal dari kemampuannya menetralkan muatan partikel koloid dan membentuk flok yang mudah mengendap [7]. Ferri sulfat (ferric sulfate) adalah koagulan berbasis besi yang efektif dalam proses koagulasi-flokulasi untuk menghilangkan partikel tersuspensi, koloid, dan bahan organik terlarut dalam air [8].

Dalam sistem koagulasi hidraulis, pencampuran antara air dan koagulan dilakukan tanpa pengaduk mekanis, melainkan memanfaatkan aliran air yang dialirkan melalui serangkaian sekat atau baffle. Jumlah dan konfigurasi baffle memengaruhi pola aliran, tingkat turbulensi, serta waktu kontak antar partikel, yang semuanya berkontribusi terhadap efektivitas pembentukan flok [9]. Beberapa studi menunjukkan bahwa peningkatan jumlah baffle dapat meningkatkan efisiensi proses koagulasi dengan memperbaiki distribusi hidraulik dan memperpanjang lintasan aliran, namun pada titik tertentu justru dapat menyebabkan peningkatan kehilangan energi dan inefisiensi sistem [10].

Untuk mengevaluasi pengaruh jumlah baffle terhadap parameter kualitas air seperti kekeruhan atau efisiensi flokulasi secara ilmiah, digunakan pendekatan statistik seperti ANOVA Two-Way (Analisis Varian Dua Arah). Uji ini memungkinkan peneliti untuk mengetahui pengaruh dua faktor bebas (misalnya jumlah baffle dan dosis koagulan) terhadap satu variabel respon, serta menganalisis interaksi antara kedua faktor tersebut [11]. Melalui analisis ini, dapat ditentukan perbedaan yang diamati bersifat signifikan secara statistik dan terdapat interaksi antara jumlah baffle dan variabel lainnya yang memengaruhi hasil koagulasi [12]. Dalam penelitian lain penggunaan FeCl_3 sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah industri berhasil menurunkan TSS hingga 92% dan kekeruhan hingga 97% dengan dosis 50 mg/L [13]. Penelitian oleh Al-Sameraiy (2017) membandingkan efektivitas beberapa koagulan, termasuk FeSO_4 , dalam menghilangkan kekeruhan air. FeSO_4 pada dosis 20 mg/L mampu mengurangi kekeruhan hingga 72% [14].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jumlah baffle dalam reaktor koagulasi hidraulis terhadap efektivitas penyisihan TSS dan kekeruhan air sungai menggunakan beberapa jenis koagulan, yaitu FeCl_3 , dan FeSO_4 .

2. Metode Penelitian

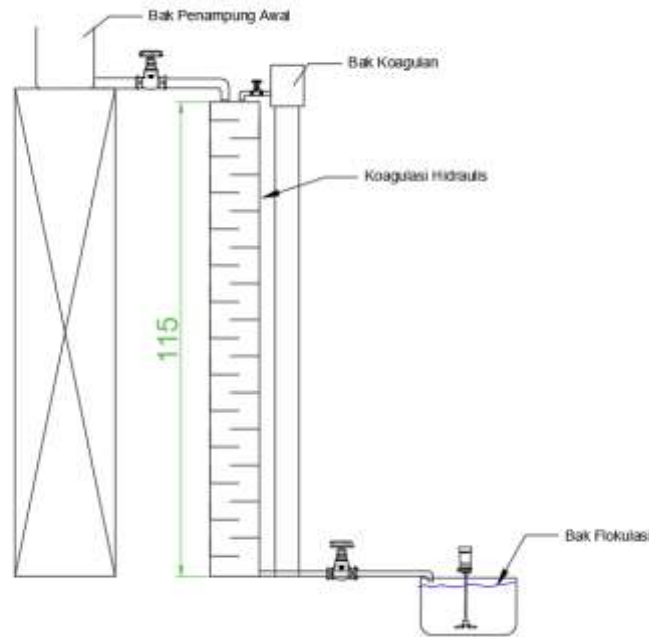
Penelitian ini meliputi tiga tahap: penentuan dosis koagulan melalui jar test, percobaan menggunakan unit koagulasi hidraulis dengan variasi jumlah baffle dan jenis koagulan, dan analisis data menggunakan ANOVA Two-Way untuk menguji pengaruh dan interaksi antar variabel terhadap TSS dan kekeruhan akhir.

2.1 Metode Penentuan Dosis Optimum

Penentuan dosis optimum dilakukan dengan metode jar test dimana koagulan akan diuji penggunaan konsentrasi optimumnya berdasarkan sampel yang digunakan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan kebutuhan koagulan FeCl_3 sebesar 20 mL dalam 1 L sampel dan koagulan FeSO_4 sebesar 60 mL dalam 1 L sampel dimana konsentrasi dari kedua koagulan yang dipakai sebesar 1%.

2.2 Metode Percobaan Sampel

Penelitian ini dilakukan agar mengetahui pengaruh jumlah baffle pada reaktor koagulasi hidraulis dalam menurunkan parameter TSS dan kekeruhan. Pada penelitian ini menggunakan koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dengan dosis optimum yang sudah dilakukan menggunakan jar test. Kombinasi koagulasi hidraulis menggunakan baffle dan flokulasi mekanis sebagai faktor uji dengan detail desain sebagai berikut.



Gambar 1. Unit Pengolahan Air Menggunakan Koagulasi Hidraulis dan Flokulasi Mekanis
 Sumber : Dokumen Pribadi (2025)

Pada penelitian ini sampel air dimasukkan kedalam bak penampung awal dan koagulan dimasukkan ke bak koagulan. Lalu sampel dan koagulan akan melewati koagulasi hidraulis dengan variasi jumlah baffle 26,30,34,38 dan 42. Adanya baffle menciptakan turbulensi dan daerah turbulen lokal yang membantu mendistribusikan koagulan secara merata dan mempercepat proses pembentukan mikroflok [5]. Setelah melewati koagulasi hidraulis kemudian, sampel dan koagulan yang sudah tercampur akan masuk kedalam bak flokulasi yang nantinya akan dilakukan pengadukan secara mekanis menggunakan agitator dengan kecepatan 50 rpm selama 15 menit. Pengadukan mekanis pada flokulasi ini membantu pembentukan koagulan yang merata dan pembentukan flok yang optimal [15]. Pengambilan air sampel dilakukan hingga waktu pengendapan 30 menit, 60 menit dan 90 menit.

2.3 Metode Statistik

Data hasil percobaan dianalisis menggunakan ANOVA Two-Way, yaitu metode statistik untuk melihat pengaruh dua faktor, yaitu jumlah baffle dan jenis koagulan, terhadap hasil kekeruhan dan TSS. Uji ini juga digunakan untuk mengetahui apakah ada interaksi antara kedua faktor tersebut. Jika hasilnya menunjukkan perbedaan yang signifikan

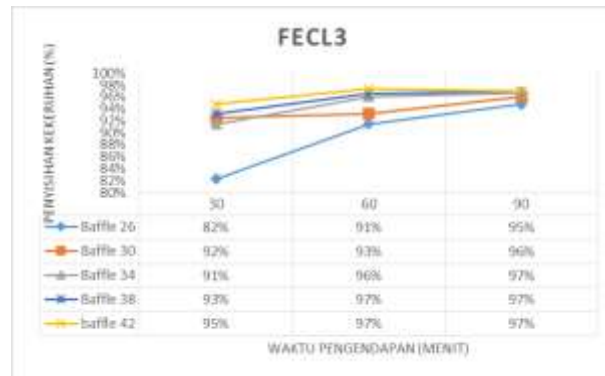
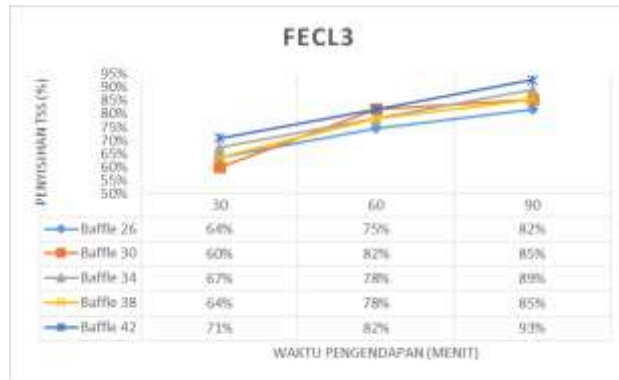
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Penurunan TSS dan Kekeruhan pada Variasi Jumlah Baffle Menggunakan Koagulan Feri Klorida ($FeCl_3$)

Pada penelitian ini menggunakan koagulasi hidraulis dengan variasi jumlah baffle 26, 30, 34, 38 dan 42 menggunakan koagulan Feri Klorida ($FeCl_3$) untuk proses flokulasi dengan pengadukan 50 rpm selama 15 menit. Kemampuan variasi jumlah baffle pada koagulasi hidraulis menggunakan koagulan Feri Klorida ($FeCl_3$) untuk menurunkan *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan pada air sungai. Hasil uji Total Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Persen penyisihan TSS dan Kekeruhan pada koagulan FeCl₃

No	Jenis Koagulan	Jumlah Baffle	Waktu Pengendapan (menit)				Waktu Pengendapan (menit)			
			TSS (mg/L)				Kekeruhan (NTU)			
			Awal	30	60	90	Awal	30	60	90
1.	FeCl ₃	26	110	40	28	20	23	4,07	1,96	1,2
2.		30	110	44	20	16	23	1,73	1,56	0,9
3.		34	110	36	24	12	23	1,96	0,9	0,75
4.		38	110	40	24	16	23	1,56	0,8	0,7
5.		42	110	32	20	8	23	1,2	0,6	0,69



Pada penurunan TSS koagulan FeCl₃ dengan variasi jumlah baffle yang berbeda dapat dilihat pada tabel diatas dimana pada jumlah baffle 42 memiliki hasil yang paling optimal dengan penurunan TSS awal 110 mg/l menjadi 8 mg/l dengan persen removal sebesar 93% pada waktu pengendapan 90 menit dibandingkan jumlah baffle yang lainnya dan jumlah baffle 26 memiliki hasil yang paling rendah dengan penurunan TSS sebesar 20 mg/l dengan persen removal sebesar 82% pada waktu pengendapan 90 menit. Secara umum, data menunjukkan bahwa peningkatan jumlah baffle hingga titik optimum dapat meningkatkan efisiensi penyisihan TSS.

Pada penurunan kekeruhan koagulan FeCl₃ dengan variasi jumlah baffle yang berbeda dapat dilihat pada tabel diatas dimana pada jumlah baffle 42 memiliki hasil yang paling optimal dengan penurunan kekeruhan awal 23 NTU menjadi 0,69 NTU dengan persen removal sebesar 97% pada waktu pengendapan 90 menit dibandingkan jumlah baffle yang lainnya dan jumlah baffle 26 memiliki hasil yang paling rendah dengan penurunan kekeruhan 1,2 NTU dengan persen removal sebesar 96% pada waktu pengendapan 90 menit. Akan tetapi pada jumlah baffle 42 terjadi penurunan yang sedikit yaitu 0,6 NTU pada waktu pengendapan 60 menit menjadi 0,69 pada waktu pengendapan 90 menit. Hal ini terjadi karena flok terlalu besar dan berat, sehingga mulai menyatu terlalu intens atau terlalu cepat mengendap, menciptakan gangguan pada zona pengendapan. Hal ini bisa merusak flok yang telah terbentuk, sehingga partikel-partikel kecil yang seharusnya mengendap kembali terdispersi ke dalam air, menyebabkan peningkatan kekeruhan [16].

Baffle berfungsi untuk menciptakan turbulensi yang terkendali sehingga koagulan (FeCl₃) dapat tercampur lebih efektif dengan partikel tersuspensi di dalam air. Pencampuran yang baik sangat penting agar reaksi netralisasi muatan oleh koagulan berlangsung optimal [17]. efektivitas koagulasi sangat bergantung pada proses pencampuran cepat dan efisien, dan penggunaan baffle terbukti meningkatkan performa distribusi koagulan [18]. Penambahan jumlah baffle dalam reaktor koagulasi/flokulasi hidraulis

meningkatkan gradien kecepatan (G), menciptakan turbulensi yang lebih intens sehingga mendukung proses penggumpalan flok. Gradien kecepatan inilah yang mengontrol intensitas tumbukan antar partikel[19]

3.2 Analisis Penurunan TSS dan Kekeruhan pada Variasi Jumlah Baffle Menggunakan Koagulan Feri Sulfat (FeSO₄)

Tabel 2. Persen penyisihan TSS dan Kekeruhan pada koagulan FeSO₄

No	Jenis Koagulan	Jumlah Baffle	Waktu Pengendapan (menit)				Waktu Pengendapan (menit)			
			TSS (mg/L)				Kekeruhan (NTU)			
			Awal	30	60	90	Awal	30	60	90
1.	FeSo4	26	110	48	28	16	23	4,07	1,96	0,9
2.		30	110	36	16	4	23	1,73	1,56	1,2
3.		34	110	32	20	12	23	1,96	1,02	0,8
4.		38	110	16	12	8	23	1,56	0,9	0,75
5.		42	110	32	12	4	23	1,2	0,6	0,69



Pada penurunan TSS koagulan FeSO₄ dengan variasi jumlah baffle yang berbeda dapat dilihat pada tabel diatas dimana pada jumlah baffle 42 memiliki hasil yang paling optimal dimana konsentrasi awal 110 mg/l menjadi 4 mg/l dengan persen removal sebesar 96% meskipun pada waktu pengendapan 90 menit jumlah baffle 30 memiliki efisiensi yang sama dengan konsentrasi sebesar 4 mg/l dengan persen removal sebesar 96% akan tetapi, pada waktu pengendapan 30 menit dan 60 menit jumlah baffle 42 memiliki efisiensi yang terbaik dari semua jumlah baffle yang lainnya. jumlah baffle 26 memiliki hasil yang paling rendah dengan konsentrasi awal 110 mg/l menjadi 16 mg/l dengan persen removal sebesar 85% pada waktu pengendapan 90 menit. Secara umum, data menunjukkan bahwa peningkatan jumlah baffle hingga titik optimum dapat meningkatkan efisiensi penyisihan TSS.

Pada penurunan kekeruhan koagulan FeSO₄ dengan variasi jumlah baffle yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 2** diatas dimana pada jumlah baffle 42 memiliki hasil yang paling optimal dengan konsentrasi awal 23 NTU menjadi 0,69 NTU dengan persen removal sebesar 97% pada waktu pengendapan 90 menit. Jumlah baffle 30 memiliki efisiensi yang paling rendah sebesar 95% pada waktu pengendapan 90 menit. Secara umum, data menunjukkan bahwa peningkatan jumlah baffle hingga titik optimum dapat meningkatkan efisiensi penyisihan kekeruhan.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa jumlah baffle sangat memengaruhi efisiensi koagulasi, terutama pada waktu pengendapan yang lebih singkat. Namun, pada waktu pengendapan yang lebih lama, perbedaan efisiensi antar jumlah baffle menjadi kurang signifikan karena waktu menjadi faktor dominan dalam proses pengendapan. Dalam hal ini, [20] menyatakan bahwa desain hidraulik yang tepat dalam unit koagulasi, termasuk penggunaan baffle, sangat penting untuk menghasilkan aliran fluida yang mendukung pembentukan flok besar dan padat.

Penambahan jumlah baffle dalam reaktor koagulasi/flokulasi hidraulis meningkatkan gradien kecepatan (G), menciptakan turbulensi yang lebih intens sehingga mendukung proses penggumpalan flok. Gradien kecepatan inilah yang mengontrol intensitas tumbukan antar partikel[19]

3.3 Uji ANOVA Two-Way Penyisihan TSS

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Koagulan	3	0,07784	0,025945	8,27	0,000
Jumlah Baffle	4	0,06201	0,015503	4,94	0,002
Waktu Pengendapan	2	0,45964	0,229820	73,27	0,000
Error	50	0,15683	0,003137		
Total	59	0,75632			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0560052	79,26%	75,53%	70,14%

Berdasarkan hasil uji ANOVA two-way yang ditampilkan dalam tabel, dapat disimpulkan bahwa ketiga variabel bebas yang diuji, yaitu Jenis Koagulan, Jumlah Baffle, dan Waktu Pengendapan, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penyisihan TSS. Hal ini terlihat dari nilai P-Value masing-masing variabel yang semuanya lebih kecil dari 0,05, yang berarti secara memiliki pengaruh signifikan pada penyisihan kadar TSS.

Nilai koefisien determinasi (R-sq) sebesar 79,26% menunjukkan bahwa sekitar 79% variasi pada data respon dapat dijelaskan oleh kombinasi kedua faktor yang diuji beserta interaksinya. Ini menunjukkan bahwa model yang digunakan cukup baik dalam menjelaskan hubungan antara faktor-faktor tersebut dengan penyisihan parameter TSS. Nilai R-sq(adj) sebesar 75,53% menunjukkan bahwa meskipun sudah disesuaikan dengan jumlah faktor dalam model, model ini masih cukup baik dalam menjelaskan data. Sementara itu, nilai R-sq(pred) sebesar 70,14% menunjukkan bahwa model ini juga cukup baik dalam memprediksi data baru.

3.4 Uji ANOVA Two-Way Penyisihan Kekeruhan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Jenis Koagulan	3	18,87	6,289	0,43	0,736
Jumlah Baffle	4	220,67	55,167	3,73	0,010
Waktu Pengendapan	2	887,23	443,617	29,99	0,000
Error	50	739,57	14,791		
Total	59	1866,33			

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
3,84595	60,37%	53,24%	42,94%

Berdasarkan hasil uji ANOVA two-way pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat dua faktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon, yaitu Jumlah Baffle dan Waktu Pengendapan, sedangkan faktor Jenis Koagulan tidak memberikan pengaruh signifikan. Hal ini terlihat dari nilai P-Value untuk Jenis Koagulan sebesar 0,736 (> 0,05), yang berarti perbedaan jenis koagulan tidak memberikan dampak yang nyata terhadap hasil penyisihan parameter kekeruhan yang diukur. Sebaliknya, Jumlah Baffle memiliki nilai P-Value sebesar 0,010, dan Waktu Pengendapan menunjukkan nilai P-Value 0,000, keduanya di bawah tingkat signifikansi 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa keduanya memiliki pengaruh signifikan terhadap penurunan parameter kekeruhan.

Untuk koefisien nilai R-squared yang didapatkan pada pengujian analisis ANOVA untuk penyisihan kekeruhan sebesar 60,37%, yang berarti sekitar 60% variasi dalam data dapat dijelaskan oleh ketiga faktor

tersebut. Nilai Adjusted R-squared sebesar 53,24% menunjukkan bahwa setelah mempertimbangkan jumlah faktor dalam model, model ini masih mampu menjelaskan sekitar setengah dari variasi data. Artinya, model ini cukup baik, meskipun tidak terlalu kuat. Nilai Predicted R-squared sebesar 42,94% mengindikasikan bahwa kemampuan model dalam memprediksi data baru cukup terbatas. Sementara nilai standard error (S) sebesar 3,84595 menunjukkan besar deviasi rata-rata dari hasil prediksi terhadap nilai aktual.

4. Kesimpulan

Data menunjukkan bahwa peningkatan jumlah baffle dan waktu pengendapan meningkatkan efisiensi penurunan TSS dan kekeruhan untuk kedua koagulan, FeCl_3 dan FeSO_4 . FeSO_4 memberikan efisiensi penurunan TSS tertinggi hingga 96% pada 42 baffle dengan waktu pengendapan 90 menit, pada kekeruhan menghasilkan penurunan sebesar 97% pada jumlah baffle 42 dengan waktu pengendapan 90 menit. Pada koagulan FeCl_3 memberikan efisiensi penurunan TSS tertinggi hingga 95% pada jumlah baffle 42 dengan waktu pengendapan 90 menit. Pada parameter kekeruhan menghasilkan 97% pada jumlah baffle 42 dengan waktu pengendapan 90 menit. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas koagulasi dipengaruhi oleh jenis koagulan, jumlah baffle, dan waktu pengendapan.

5. Referensi

- [1] R. A. Natasha and R. I. Adharini, "Analisis Tingkat Pencemaran Air Sungai Rangkui Kota Pangkalpinang berdasarkan Status Mutu Air," vol. 10, no. 4, pp. 37–44, 2023, doi: 10.14710/jil.22.6.1652-1662.
- [2] M. R. Sururi and Hardika, "Penyisihan Kekeruhan Dan Natural Organic Matter (Nom) Pada Unit Koagulasi-Flokulasi Instalasi Pengolahan Air Minum Di Asia Tenggara : Studi," *J. Reka Lingkungan*, vol. 12, no. 1, pp. 63–79, 2024.
- [3] H. M. Saputra *et al.*, *Parameter Kualitas Air*, no. September. 2023.
- [4] S. F. Ekoputri, A. Rahmatunnissa, F. Nulfaidah, Y. Ratnasari, M. Djaeni, and D. A. Sari, "Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia," *J. Serambi Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 7781–7787, 2023.
- [5] H. Prakoso, "Uji Kinerja Unit Pengaduk Lambat Tipe Hidraulis," 2018, [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/53213/%0Ahttps://repository.its.ac.id/53213/1/03211440000021-Undergraduate_Thesis.pdf.
- [6] D. M. Hutabarat, W. S. Witasari, and R. Baskoro, "Pengaruh Jenis Koagulan Dan Variasi Ph Terhadap Kualitas Limbah Cair Di Instalasi Pengolahan Air Limbah Pt Kawasan Industri Intiland," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 8, no. 3, pp. 588–594, 2023, doi: 10.33795/distilat.v8i3.464.
- [7] N. Zouhri, M. El Amrani, M. Taky, M. Hafsi, and A. Elmidaoui, "Effectiveness of Treatment of Water Surface with Ferric Chloride and Aluminium Sulphate," *Rev. Catal.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–13, 2015, doi: 10.18488/journal.96/2015.2.1/96.1.1.13.
- [8] T. Wartiono and A. Rosyida, "Pemilihan tawas, ferri khlorida dan ferro sulfat sebagai zat koagulan yang paling efektif dalam pengolahan limbah cair tekstil," *Tek. ATW*, vol. 1, no. 6, pp. 1–10, 2018.
- [9] K. Khudhair and D. Hadi, "Baffles Shape and Configuration Effect on Performance of Baffled Flocculator," *Basrah J. Eng. Sci.*, vol. 19, no. 1, pp. 35–51, 2019, doi: 10.33971/bjes.19.1.5.
- [10] V. E. Ahmadi *et al.*, "The effects of baffle configuration and number on inertial mixing in a curved serpentine micromixer: Experimental and numerical study," *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 168, pp. 490–498, 2021, doi: 10.1016/j.cherd.2021.02.028.
- [11] N. H. Al-Saati *et al.*, "Statistical modelling of turbidity removal applied to non-toxic natural coagulants in water treatment: A case study," *Desalin. Water Treat.*, vol. 150, pp. 406–412, 2019, doi: 10.5004/dwt.2019.23871.
- [12] A. H. Ghawi, "The effect of hydraulic jump coagulation mixer on the performance of drinking water treatment plant," *Int. J. Eng. Technol. Sci. Innov.*, vol. 02, no. 01, pp. 535–550, 2017, [Online]. Available: https://ijetsi.org/uploads/ijetsi_02__45.pdf.
- [13] A. W. P.- Nuñez *et al.*, "Optimization of the Coagulation-flocculation Process Using Ferric Chloride and Phosphate for the Reduction of Contaminants in the Slaughterhouses Wastewater," *Int. J. Membr. Sci. Technol.*, vol. 10, no. 3, pp. 1536–1547, 2023, doi: 10.15379/ijmst.v10i3.1754.
- [14] F. Rasheed, "Removal of Water Turbidity Using Different Coagulants," *J. Zankoy Sulaimani - Part A*, vol. 19, no. 2, pp. 115–126, 2017, doi: 10.17656/jzs.10617.
- [15] D. Fitria, P. S. Komala, and D. Vendela, "Pengaruh Waktu Flokulasi Pada Proses Koagulasi Flokulasi Dengan Biokoagulan Kelor Untuk Menyisihkan Kadar Besi Air Sumur," *J. Reka*

- Lingkungan.*, vol. 10, no. 2, pp. 165–174, 2022, doi: 10.26760/rekalingkungan.v10i2.165-174.
- [16] F. Roshanti, S. Deddy, S. Kamal, Deendarlianto, and Indarto, “Pengaruh Sudut Puntiran Baffle pada Microbubble Generator Venturi terhadap Karakteristik Gelembung Mikro,” vol. 6, no. 1, pp. 697–707, 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1884.
- [17] A. P. Kocamemi, Bilge Alpaslan, “ENVE 301, Environmental Engineering Unit Operations, Chapter 12 : Filtration,” 2015.
- [18] N. D. Tzoupanos and a I. Zouboulis, “Coagulation-Flocculation Processes in Water / Wastewater Treatment : the Application of New Generation of Chemical Reagents,” *6th IASME/WSEAS Int. Conf. HEAT Transf. Therm. Eng. Environ.*, no. January 2015, pp. 309–317, 2015.
- [19] B. a. Kocamemi, “Design of rapid mixing (coagulation) and slow mixing (flocculation) units,” *Marmara Univ. Dep. Environ. Eng.*, pp. 1–18, 2015, [Online]. Available: http://mimoza.marmara.edu.tr/~bilge.alpaslan/enve301/Lectures/Chp_9.pdf.
- [20] M. Farrokhi, K. Dindarloo, and H. A. Jamali, “Optimization of coagulation-flocculation process for mature landfill leachate treatment using response surface methodology (RSM),” *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci.*, vol. 6, no. 6, pp. 128–138, 2015.