



## Pengaruh Waktu Aerasi dan Waktu Sedimentasi Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur

### *The Effect Of Aeration Time And Sedimentation Time On The Decrease Of Iron (Fe) Levels In Well Water*

Choirur Rosidah, Noven Pramitasari, Audiananti Meganandi Kartini, Cantika Almas Fildzah

Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

#### ABSTRAK

Sumber air yang biasanya dimanfaatkan oleh masyarakat yaitu air tanah dan air permukaan. Kandungan besi (Fe) pada air sumur di Perumahan Randu Desa Sumberejo, Kabupaten Lumajang yaitu 3,7 mg/l, kandungan besi pada air sumur tersebut telah melebihi dari syarat yang telah ditetapkan. Penurunan kadar besi pada penelitian ini menggunakan proses aerasi, sedimentasi dan proses filtrasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi penyisihan setelah proses aerasi, sedimentasi, dan filtrasi, untuk mengetahui pengaruh waktu aerasi dan sedimentasi terhadap penurunan kadar besi pada air sumur. Total waktu yang digunakan pada proses aerasi dan sedimentasi yaitu 35 menit. Nilai efisiensi besi pada A1B4 yaitu dengan waktu aerasi 10 menit dan waktu sedimentasi 25 menit dan filtrasi yaitu antara 71-86%. Nilai efisiensi penyisihan besi variabel A4B1 dengan Aerasi selama 25 menit dan sedimentasi 10 menit serta filtrasi dengan efisiensi penyisihan antara 56-72%. Selisih waktu aerasi dengan waktu sedimentasi terhadap kadar besi air hasil olahan yaitu nilai p-value sebesar  $0,00687 < 0,05$  artinya selisih waktu aerasi dengan waktu sedimentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar besi air hasil olahan. Selisih waktu sedimentasi dengan waktu aerasi terhadap kadar besi air hasil olahan yaitu nilai p-value sebesar  $0,00687 < 0,05$  artinya selisih waktu sedimentasi dengan waktu sedimentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar besi air hasil olahan.

*Kata kunci: Waktu Aerasi, Waktu Sedimentasi, Filtrasi, Kadar Besi, dan Air Sumur*

#### ABSTRACT

Water sources that are usually used by the community are groundwater and surface water. The iron (Fe) content in well water in Randu Housing, Sumberejo Village, Lumajang Regency is 3.7 mg/l, the iron content in the well water has exceeded the specified requirements. The reduction of iron content in this study used aeration, sedimentation and filtration processes. This research was conducted to determine the removal efficiency after aeration, sedimentation, and filtration processes to determine the effect of aeration and sedimentation time on the reduction of iron content in well water. Total time used in the aeration and sedimentation process is 35 minutes. The value of iron removal efficiency in A1B4 is with aeration time of 10 minutes and sedimentation time of 25 minutes and filtration is between 71-86%. The value of A4B1 variable iron removal efficiency with aeration for 25 minutes and sedimentation for 10 minutes and filtration with removal efficiency between 56-72%. The difference between aeration time and sedimentation time on the iron content of processed water is the p-value of  $0.00687 < 0.05$ , it's meaning that the difference between aeration time and sedimentation time has a significant effect on the iron content of processed water. The difference between sedimentation time and aeration time on the iron content of processed water is the p-value of  $0.00687 < 0.05$ , it's meaning that the difference between sedimentation time and sedimentation time has a significant effect on the iron content of processed water.

*Keywords: Aeration Time, Sedimentation Time, Filtration, Iron Content and Well Water*

## PENDAHULUAN

Air memiliki banyak sekali manfaat bagi kehidupan manusia, baik untuk air minum, mencuci pakaian, mandi, sebagai bahan untuk kegiatan industri dan lain sebagainya. Sumber air yang biasanya dimanfaatkan oleh masyarakat yaitu air tanah dan air permukaan. Air yang digunakan untuk air minum harus sesuai dengan syarat kualitas air minum terdapat dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Air minum harus memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologi, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

Kandungan besi (Fe) pada air sumur di Perumahan Randu Desa Sumberejo, Kabupaten Lumajang yaitu 3,7 mg/l, kandungan besi pada air sumur tersebut telah melebihi dari syarat yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum kandungan besi (Fe) pada air yaitu 0,3 mg/l. Besi yang berlebih dalam air dapat mempengaruhi kesehatan manusia, seperti dapat menyebabkan keracunan, kerusakan usus, penuaan dini, kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, dan insomnia (Ismiyati, *et al.*, 2021). Kandungan besi dalam air dapat menyebabkan kekeruhan, korosi dan kesadahan (Ismiyati, *et al.*, 2021). Kandungan Besi dalam air dapat direduksi dengan menggunakan beberapa pengolahan seperti : *ion exchange*, pemisahan dengan membran, adsorpsi dan presipitasi (Ismiyati, *et al.*, 2021). Kandungan besi dalam air juga dapat direduksi dengan metode oksidasi dengan aerasi.

Penelitian ini menggunakan proses aerasi menggunakan *diffuser Aerator* untuk melarutkan oksigen ke dalam air sehingga meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air. Proses sedimentasi untuk mengendapkan padatan terlarut dan tersuspensi. Proses filtrasi dengan menggunakan media zeolit dan pasir silika serta kerikil sebagai media penyangga. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar besi pada air sumur setelah proses aerasi, sedimentasi, dan filtrasi serta untuk mengetahui pengaruh waktu aerasi dan waktu sedimentasi terhadap penurunan kadar besi pada air sumur.

Aerasi merupakan suatu proses penambahan oksigen ke dalam air sehingga kandungan oksigen terlarut dalam air semakin tinggi (Yuniarti, *et al.*, 2019). Prinsip proses aerasi yaitu mencampurkan udara atau bahan lain sehingga air dengan kandungan oksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Beberapa jenis peralatan aerasi yang sering digunakan antara lain (Nasution, 2018): *Aerator Baki (tray Aerator)*, *Cascade Aerator*, *Submerged Cascade Aerator*, *Spray Aerator*, dan *Aerator dengan Difuser Gelembung (Bubble Aerator)*. proses oksidasi dengan udara melalui proses aerasi akan terjadi reaksi kimia sebagai berikut:



Proses sedimentasi atau pengendapan merupakan proses untuk mengendapkan partikel flokulen yang terbentuk dari proses pengolahan sebelumnya, yaitu proses aerasi. Partikel flokulen tersebut adalah partikel yang selama proses pengendapan mengalami perubahan bentuk, ukuran, dan densitas. Perubahan ini terjadi karena partikel flokulen yang berasal dari proses biologis saling berdekatan dan membentuk partikel yang lebih besar dari sebelumnya (Nasution, 2018).

Filtrasi merupakan proses pemisahan zat padat dari fluida yang membawanya menggunakan medium berpori untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat yang tersuspensi, koloid dan zat-zat lainnya (Artiyani dan Firmansyah, 2016). Tujuan dari proses filtrasi yaitu menghilangkan partikel-partikel yang tersuspensi dan koloid dengan cara menyaringnya menggunakan media filter. Filtrasi juga dapat menghilangkan bakteri secara efektif dan juga membantu penyisihan warna, rasa, bau, besi, dan mangan serta zat kapur (Artiyani dan Firmansyah, 2016). Faktor-faktor tersebut antara lain debit filtrasi, kedalaman, media, ukuran dan material, konsentrasi kekeruhan, tinggi muka air, kehilangan tekanan, dan temperatur (Muhajar dan Zulkifli Togomi, 2020).

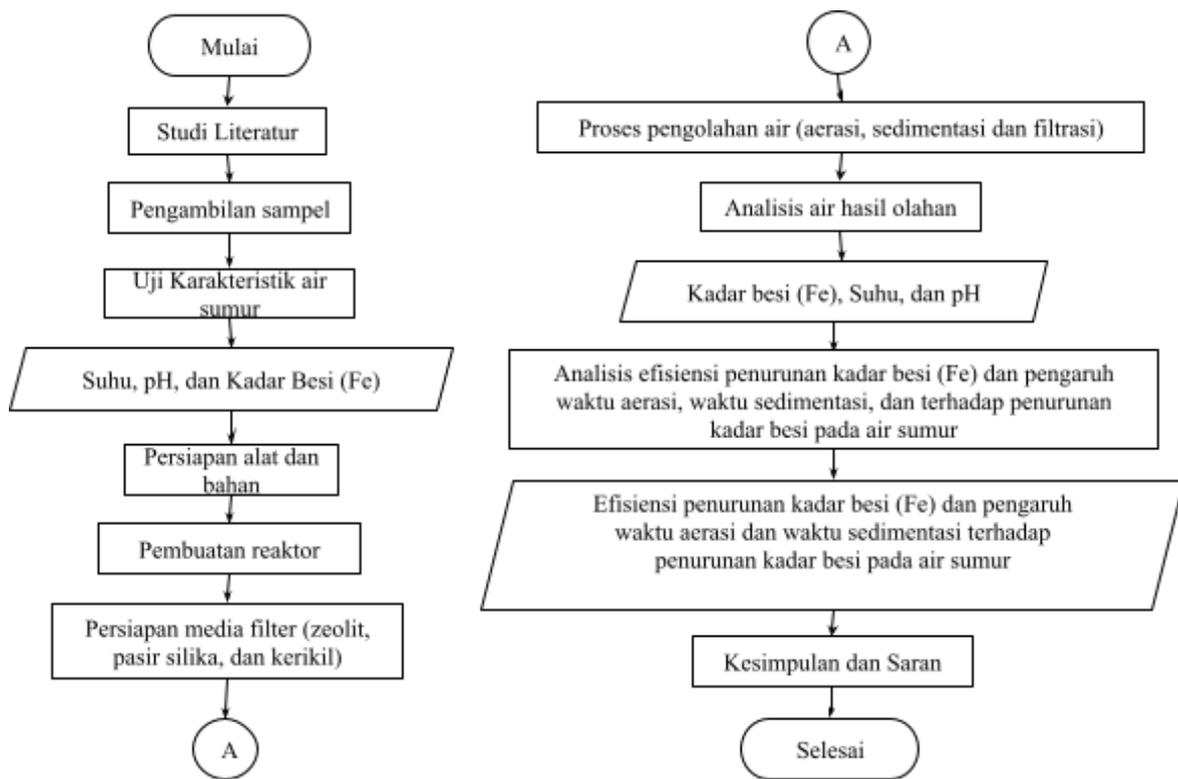
Zeolit adalah mineral dengan struktur kristal alumina silikat yang berbentuk rangka tiga dimensi, mempunyai rongga dan saluran serta mengandung ion-ion logam seperti Na, K, Mg, Ca, dan Fe serta molekul air (Asadiya, 2018). Sifat fisik dari zeolit adalah berbentuk kristal yang indah dan menarik, namun agak lunak dengan warna yang bermacam-macam yaitu warna hijau, kebiru-biruan, putih dan coklat. Zeolit dapat berasal dari alam yaitu dari batuan gunung api dan dapat berupa zeolit buatan yang terbuat dari gel almunium, natrium aluminat, natrium hidroksida. Zeolit memiliki sifat yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi karena keunikan sifat fisik dan kimianya, diantaranya kemampuan dalam pertukaran ion (ion exchange) dan juga selektivitas penyerapan yang tinggi (Asadiya, 2018).

Pasir silika merupakan hasil dari pelapukan bebatuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa yang mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan feldspar (Azkiyah dan Sutrisno, 2014). Pasir silika memiliki komposisi gabungan dari  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{AlO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Mg O}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$ , berwarna putih bening atau warna lain tergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 skala Mohs, berat jenis 2,65, titik lebur 17-150 °C, bentuk kristal hexagonal, konduktivitas panas 12-100 °C, dan panas spesifik 0,185 (Ningrum, 2020). Pasir silika dapat digunakan untuk menyaring lumpur, dan dapat menghilangkan sifat fisik air, seperti kekeruhan/air berlumpur dan menghilangkan bau pada air.

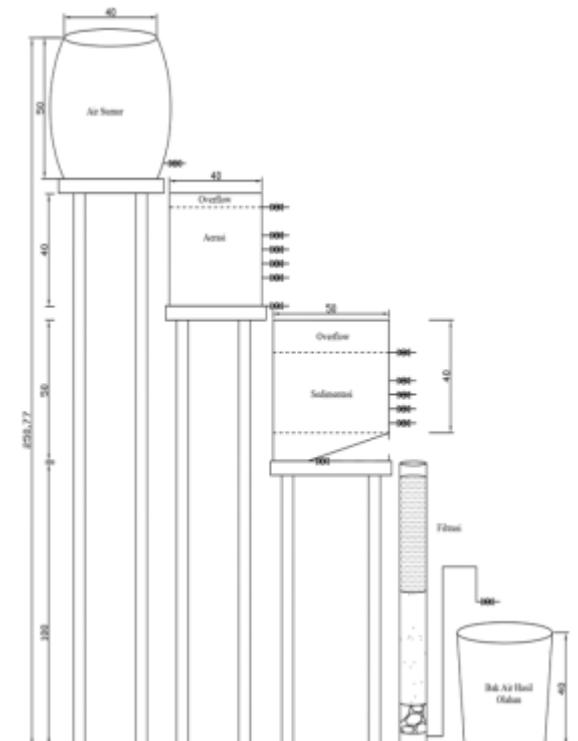
## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Langkah-langkah penelitian yang digunakan penulis dapat dilihat dalam pada Gambar 1. Air sumur pada penelitian ini diperoleh dari salah satu sumur masyarakat yang berada di Perumahan Randu Desa Sumberejo, Kabupaten Lumajang. Penelitian dilakukan di Perumahan Randu Desa Sumberejo, Kabupaten Lumajang. Analisis kadar besi, pH dan suhu pada air dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Lumajang. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan  $\pm$  6 bulan.

Bak penampung air sumur menggunakan bak dengan kapasitas 40 l. Proses aerasi pada penelitian ini menggunakan diffuser aerator dengan dimensi bak aerasi yaitu dengan panjang 40 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 40 cm. Proses sedimentasi menggunakan menggunakan bak sedimentasi dengan engan panjang 50 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 50 cm. Bagian dasar bak sedimentasi dibuat berbentuk trapesium atau mengerucut ke bawah sehingga padatan yang telah mengendap tidak ikut masuk ke proses pengolahan selanjutnya. Reaktor filter digunakan pipa dengan ukuran 4 inch dan panjang 100 cm. Total ketebalan media filter yaitu 90 cm, dengan masing-masing 40 cm media filter pasir silika dan zeolit dan 10 cm kerikil. Reaktor Penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1 Metode Penelitian



Gambar 2 Reaktor Penelitian

Berikut merupakan rancangan percobaan beserta kontrol percobaan. Total waktu yang digunakan untuk proses aerasi dan sedimentasi yaitu 35 menit sehingga dapat dilihat pengaruh dari waktu aerasi dan waktu sedimentasi terhadap kadar besi.

**Tabel 1** Variabel Penelitian

	Variabel	Kombinasi Perlakuan
Aerasi (A)	10 menit (A1)	A1B4
	15 menit (A2)	A2B3
	20 menit (A3)	A3B2
	25 menit (A4)	A4B1
Sedimentasi (B)	10 menit (B1)	
	15 menit (B2)	
	20 menit (B3)	
	25 menit (B4)	
Kontrol	Aerasi 0 menit, Sedimentasi 35 menit, dan filtrasi	C1
	Aerasi 35 menit, Sedimentasi 0 menit, dan filtrasi	C2

Analisis data dilakukan untuk menentukan efisiensi penyisihan kadar besi yang ada pada air sumur. Persentase penyisihan kadar besi (Fe) pada air digunakan rumus :

$$\% \text{ Removal} = \frac{C \times C}{C_i - C_{out}} \times 100\% \quad (1)$$

Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan uji statistik untuk mengetahui pengaruh waktu aerasi dan waktu sedimentasi dalam menurunkan kadar besi (Fe) air sumur.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Awal Air Sumur

**Tabel 2** Karakteristik Awal Air Sumur

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Minum	Hasil Analisis
1.	pH	-	6,5-8,5	7,84
2.	Suhu	°C	Suhu udara ± 3	28
3.	Besi (Fe)	mg/l	0,3	1,784

\*) Mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

Berdasarkan hasil analisis kadar besi (Fe) pada air sumur memiliki nilai sebesar 1,784 yang artinya melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga dilakukan pengolahan dengan menggunakan proses aerasi, sedimentasi dan filtrasi, agar kadar besi dalam air memenuhi baku mutu air minum, namun untuk parameter pH dan suhu sudah memenuhi baku mutu suhu udara di Kabupaten lumajang sekitar 29 °C.

**Hasil Analisis Suhu Air Hasil Olahan dengan proses Aerasi, Sedimentasi dan Filtrasi menggunakan Pasir Silika dan Zeolit**

**Tabel 3** Suhu Air Hasil Olahan

Kombinasi Perlakuan	Suhu Setelah Proses Pengolahan			Baku Mutu Air Minum
	50 menit	55 menit	60 menit	
A1B4	27,9	28,0	27,8	Suhu udara ± 3
A2B3	28,8	28,7	28,7	
A3B2	28,9	28,6	28,7	
A4B1	26,1	26,0	26,0	
C1	26,3	26,2	26,1	
C2	26,4	26,5	26,5	

\*) Mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

Suhu udara di Kabupaten Lumajang yaitu ± 29 °C. Nilai rata-rata suhu yaitu 26-28,9 °C. Air minum yang sesuai baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu ± 3°C dari suhu udara setempat. Berdasarkan hasil pengukuran suhu air hasil olahan sesuai dengan parameter baku mutu. Nilai suhu pada air hasil olahan rata-rata menunjukkan nilai yang lebih rendah dari suhu udara di daerah Lumajang karena adanya pengaruh suhu ruang yang cukup rendah

**Hasil Analisis pH Air Hasil Olahan Dengan Proses Aerasi, Sedimentasi dan Filtrasi Menggunakan Pasir Silika dan Zeolit**

**Tabel 4** pH Air Hasil Olahan

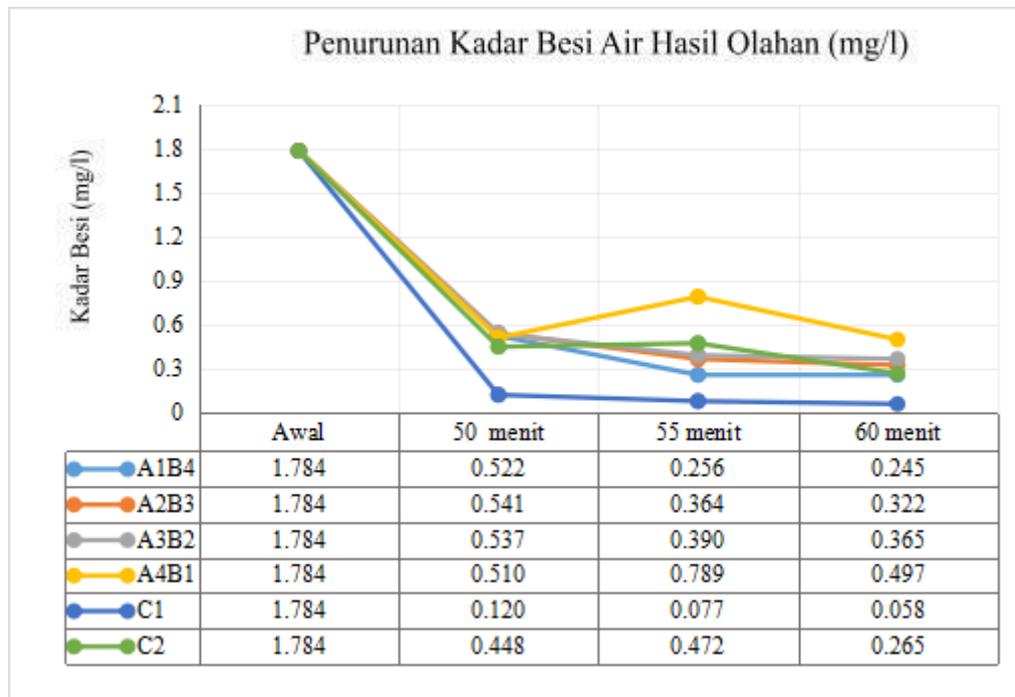
Kombinasi Perlakuan	Nilai pH Setelah Proses Pengolahan			Baku Mutu Air Minum
	50 Menit	55 Menit	60 Menit	
A1B4	7,82	7,82	7,81	6,5-8,5
A2B3	7,55	7,59	7,62	
A3B2	7,61	7,65	7,66	
A4B1	7,84	7,83	7,82	
C1	7,82	7,82	7,82	

Kombinasi Perlakuan	Nilai pH Setelah Proses Pengolahan			Baku Mutu Air Minum
	50 Menit	55 Menit	60 Menit	
C2	7,81	7,80	7,81	6,5-8,5

\*) Mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

Nilai pH air hasil olahan rata-rata menunjukkan adanya penurunan dari pH awal. Nilai pH air hasil olahan berkisar antara 7,55-7,84 artinya seluruh kombinasi memiliki pH yang memenuhi baku mutu air minum Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Nilai pH pada air dapat mempengaruhi penurunan kadar besi. Semakin besar nilai pH maka semakin besar juga penurunan pH (Ulfa, *et al.*, (2019).

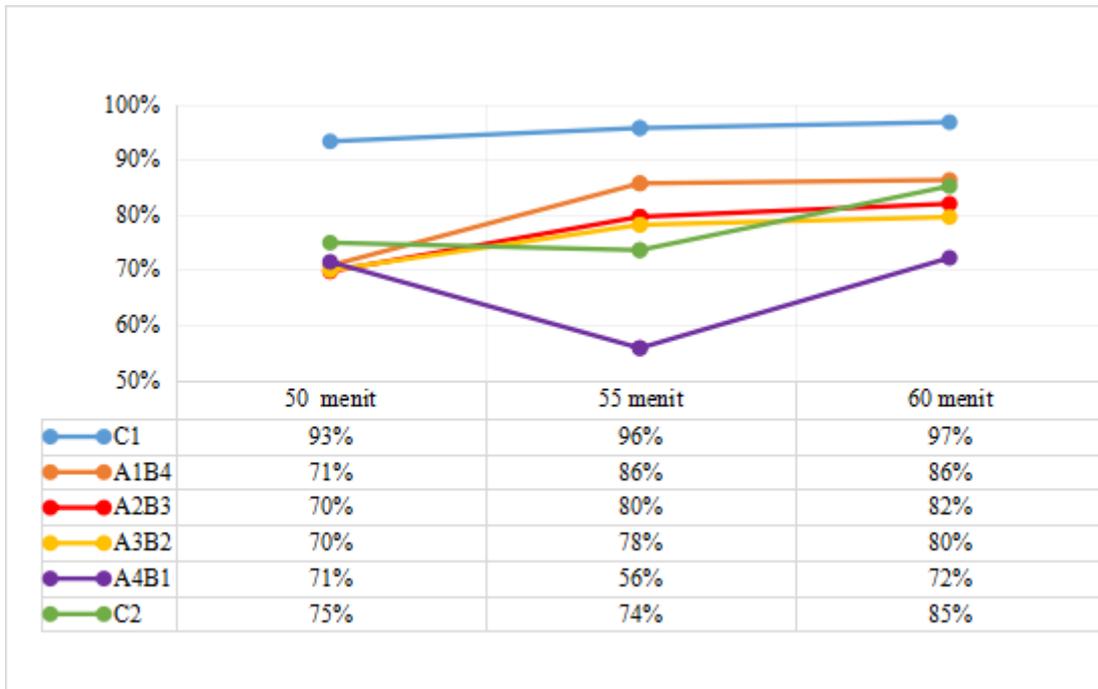
**Hasil Analisis Kadar Besi (Fe) Air Hasil Olahan Dengan Proses Aerasi, Sedimentasi dan Filtrasi Menggunakan Pasir Silika dan Zeolit**



**Gambar 3** Penurunan Kadar Besi (Fe) Air Hasil Olahan

Nilai kadar besi air hasil olahan mengalami penurunan setelah proses pengolahan aerasi, sedimentasi dan filtrasi. Penurunan kadar besi yang paling besar yaitu pada kontrol C1 dengan aerasi 0 menit dan sedimentasi selama 35 menit. Penurunan kadar besi yang paling kecil yaitu penurunan pada kombinasi perlakuan A4B1 dengan aerasi 25 menit dan sedimentasi 10 menit.

**Efisiensi Penyisihan Kadar Besi (Fe) Air Hasil Olahan dengan Proses Aerasi, Sedimentasi dan Filtrasi Menggunakan Pasir Silika dan Zeolit**



**Gambar 4** Efisiensi Penyisihan Kadar Besi (Fe)

Nilai efisiensi penyisihan besi pada A1B4 yaitu dengan waktu aerasi 10 menit dan waktu sedimentasi 25 menit dan filtrasi yaitu antara 71-86%. Nilai efisiensi penyisihan besi variabel A4B1 dengan Aerasi selama 25 menit dan sedimentasi 10 menit serta filtrasi dengan efisiensi penyisihan antara 56-72%. Faktor yang dapat mempengaruhi besarnya nilai efisiensi yaitu jenis aerator yang digunakan, jarak antara keran air dengan bak pengolahan selanjutnya, waktu sedimentasi dan bakteri yang terdapat pada media filter.

**Analisis Pengaruh Waktu Aerasi dan Waktu Sedimentasi Terhadap Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur**

**Tabel 5** Koefisien Determinasi Waktu Aerasi dan Waktu sedimentasi Terhadap Penurunan Kadar Besi

	Estimate	Std. error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	0,376556	0,035934	10,479	1,43e-08 ***
Waktu Aerasi-Waktu Sedimentasi	0,005025	0,001621	3,101	0,00687 **

Hasil dari analisis menggunakan regresi linear untuk mengetahui selisih waktu aerasi dengan waktu sedimentasi terhadap kadar besi air hasil olahan yaitu nilai p-value sebesar 0,00687. Nilai p-value tersebut < 0,05 artinya selisih waktu aerasi dengan waktu sedimentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar besi air hasil olahan. Berdasarkan hasil

analisis yang didapatkan pada Tabel 4.12, maka dapat dibentuk suatu persamaan regresi linear yaitu:

$$Y = 0,376556 + 0,005025X_1 \quad (2)$$

Nilai estimate pada waktu aerasi-waktu sedimentasi bernilai positif dengan nilai 0,005025. Nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap selisih 1 menit antara waktu aerasi dengan waktu sedimentasi, maka secara rata-rata kadar besi air hasil olahan mengalami kenaikan sebesar 0,005025 mg/l.

**Tabel 6** Koefisien Determinasi Selisih Waktu Aerasi dengan Waktu sedimentasi Terhadap Kadar Besi Air Hasil Olahan

	Estimate	Std. error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	0,376556	0,035934	10,479	1,43e-08 ***
Waktu Sedimentasi-Waktu Aerasi	-0,005025	0,001621	-3,101	0,00687 **

Hasil dari analisis menggunakan regresi linear untuk mengetahui selisih waktu sedimentasi dengan waktu aerasi terhadap kadar besi air hasil olahan yaitu nilai p-value sebesar 0,00687. Nilai p-value tersebut < 0,05 artinya selisih waktu sedimentasi dengan waktu aerasi berpengaruh signifikan terhadap kadar besi air hasil olahan. Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan pada Tabel 4.13, maka dapat dibentuk suatu persamaan regresi linear yaitu:

$$Y = 0,376556 - 0,005025X_1 \quad (3)$$

Nilai estimate pada waktu aerasi-waktu sedimentasi bernilai negatif dengan nilai 0,005025. Nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap selisih 1 menit antara waktu aerasi dengan waktu sedimentasi, maka secara rata-rata kadar besi air hasil olahan mengalami penurunan sebesar 0,005025 mg/l.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Nilai efisiensi penyisihan besi pada A1B4 yaitu dengan waktu aerasi 10 menit dan waktu sedimentasi 25 menit dan filtrasi yaitu antara 71-86%. Nilai efisiensi penyisihan besi variabel A4B1 dengan Aerasi selama 25 menit dan sedimentasi 10 menit serta filtrasi dengan efisiensi penyisihan antara 56-72%.
2. Selisih waktu aerasi dan waktu sedimentasi terhadap kadar besi air hasil olahan yaitu nilai p-value sebesar  $0,00687 < 0,05$  artinya selisih waktu aerasi dan waktu sedimentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar besi air hasil olahan. Selisih waktu sedimentasi dan waktu aerasi terhadap kadar besi air hasil olahan yaitu nilai p-value sebesar  $0,00687 < 0,05$  artinya selisih waktu sedimentasi dan waktu aerasi berpengaruh signifikan terhadap kadar besi air hasil olahan. Hasil statistik tersebut menunjukkan bahwa semakin besar selisih antara waktu aerasi dan waktu sedimentasi, maka semakin besar nilai kadar besi dalam air hasil olahannya, dan semakin besar

selisih antara waktu sedimentasi dan waktu aerasi, maka semakin kecil nilai kadar besi air hasil olahannya.

## **SARAN**

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengulangan perlakuan untuk setiap variabel dan dilakukan pengujian kadar besi pada setiap outlet proses pengolahan air.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variabel terikat yang lain digunakan dalam penelitian.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan menggunakan jenis aerator yang berbeda dan media filter yang berbeda

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Artiyani, A. dan Firmansyah, N. H. (2016) 'Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Anis | Nano', 6(1), pp. 8–15.
- Asadiya, A. (2018) *Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi media Zeolit-Arang Aktif*.
- Azkiyah, I. N. F. dan Sutrisno, J. (2014) 'PENurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali Dengan Menggunakan Metode Aerasi Dan Filtrasi Di Sukodono Sidoarjo', *Waktu: Jurnal Teknik UNIPA*, 12(2), pp. 28–33. doi: 10.36456/waktu.v12i2.892.
- Ismiyati, M., Setyowati, R. D. N. dan Nengse, S. (2021) 'PEmbuatan Bioadsorben Dari Sabut Kelapa Dan Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe)', *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 7(1), pp. 33–45. doi: 10.20527/jukung.v7i1.10811.
- Lutfihani, A. and Purnomo, A. (2015) 'Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Menggunakan Tray Aerator dan Diffuser Aerator', *Jurnal Teknik ITS ISSN: 2337-3539*, 4(1), pp. 4–6.
- Nasution, M. F. (2018) *Pengaruh Aerasi Dengan Kombinasi Filtrasi Terhadap Penurunan Kadar Fe Dan Mn Dalam Air Di Kelurahan Dwikora Kecamatan Medan Helvetia Kota Medan*.
- Ningrum, S. V. (2020) *Penggunaan Media Filter Pasir Silika Dan Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kekeruhan, Tds, Kesadahan Dan Besi Pada Reaktor Filter*.
- Permenkes RI (2010) 'Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum', *Peraturan Menti Kesehatan Republik Indonesia*, p. MENKES.

Reynolds, Tom D. dan Richards, Paul A., 1996. "Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, 2nd edition" PWS Publishing Company, Boston.

Yuniarti, D. P., Komala, R. dan Aziz, S. (2019) 'Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di Ptpn Vii Secara Aerobik', *Teknik Lingkungan*, 4(2), pp. 7–16.