



## **PENURUNAN KADAR MANGAN (MN), BESI (FE) DAN KEKERUHAN PADA AIR SUMUR DENGAN PROSES FILTRASI MENGGUNAKAN MEDIA PASIR SILIKA, MANGANESE ZEOLITE DAN FERROLITE**

**Rudolfus Arson<sup>1</sup>**

[Arsonmarley@gmail.com](mailto:Arsonmarley@gmail.com)<sup>1</sup>

**Universitas PGRI Adi Buana Surabaya**

### **Abstrak**

Air Tanah atau air sumur gali di Dukuh Menanggal kecamatan gayungan kota surabaya mengandung bahan pencemaran atau parameter sebagai berikut, yaitu kadar mangan (Mn) sebesar 0,009 mg/L, besi (Fe) sebesar 0,126 mg/L, kekeruhan 18,4 NTU. Dari 3 parameter tersebut terdapat satu parameter yang melebihi baku mutu PERMENKES No. 32 tahun 2017, yaitu kekeruhan yang seharusnya di dalam baku mutu mangan (Mn) standar maksimalnya 1 NTU

**Kata kunci:** Air Sumur, Filtrasi, Mangan (Mn), Besi (Fe), Kekeruhan.

### **PENDAHULUAN**

Air tanah atau air sumur merupakan sumber air bersih terbesar yang digunakan masyarakat Indonesia. Permasalahan yang timbul yakni sering dijumpai bahwa kualitas air tanah maupun air sungai yang digunakan masyarakat kurang memenuhi syarat sebagai air bersih yang sehat bahkan di beberapa tempat bahkan tidak layak untuk digunakan. Air yang layak digunakan, mempunyai standar persyaratan tertentu yakni persyaratan fisik, kimiawi dan bakteriologis, dan syarat tersebut merupakan satu kesatuan. Air Tanah atau air sumur gali di Dukuh Menanggal Kecamatan Gayungan Kota Surabaya mengandung bahan pencemaran atau parameter sebagai berikut, yaitu kadar mangan (Mn) sebesar 0,009 mg/L, besi (Fe) sebesar 0,126 mg/L, kekeruhan 18,4 NTU. Dari 3 parameter tersebut terdapat satu parameter yang melebihi baku mutu PERMENKES No. 32 tahun 2017, yaitu kekeruhan yang seharusnya di dalam baku mutu kekeruhan standar maksimalnya' 1 NTU.

Air yang mengandung besi (Fe) cenderung dapat menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus, hal ini dapat menyebabkan kematian. Mangan (Mn) sebenarnya merupakan mikronutrien esensial bagi semua makhluk hidup, namun dalam dosis yang tinggi mangan dapat mengakibatkan toksisitas pada sistem saraf pusat. Kekeruhan disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya. Kekeruhan yang tinggi dapat menyebabkan terganggunya sistem osmoregulasi, misalnya pernapasan dan daya lihat organisme akuatik, serta dapat menghambat penetrasi cahaya dibahan kotoran dan partikel terkecil yang berada di air.

An unit pengolahan air bersih yang menggunakan sistem filtrasi dengan media pasir silika, manganese zeolite dan ferrolite. Filtrasi diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa bau dan besi. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui efisiensi media pasir silika, manganese zeolite dan ferrolite sebagai proses filtrasi

dalam penurunan kadar Mangan (Mn), zat besi (Fe), dan kekeruhan dan Untuk mengetahui variasi media filter yang paling efektif dalam penurunan kadar mangan (Mn), besi (Fe) dan kekeruhan pada air sumur menggunakan metode filtrasi.

Penghilangan Kandungan Besi Air Sumur Dengan Media Ferrolite Pada Filter Air Sistem Backwash. Air sumur yang telah melewati masing-masing media maka didapatkan kandungan besi untuk media ferrolite-pasir silika-karbon aktif: a) 15cm- 30cm-30cm: 1,26mg/l , b) 25cm-30cm-30cm: 1,12mg/l, c) 30cm-30cm-30cm : 0,86 mg/l , d) 40cm- 30cm-30cm: 0,32 mg/l terjadi penurunan kadar besi yang paling baik yaitu sebesar 93.01% (Fatimura, 2019). Pengolahan Air Bersih Dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Pasir, Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir besi efektif dalam menurunkan parameter Mn sebesar 99,72%, kekeruhan sebesar 96,84%, kesadahan sebesar 99,99%, dan menormalkan pH sebesar 7,00. Ketebalan media yang efektif dalam menurunkan parameter Mn, kekeruhan, kesadahan, dan menormalkan pH yaitu 15 cm (Mulia, 2021).

## **METODE**

### **a. Metode pengumpulan data**

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan pemeriksaan mengenai kadar parameter Mn, Fe, dan Kekeruhan.

#### **1. Lokasi penelitian**

Lokasi penelitian ini di Jl. Dukuh Menanggal VI/B Kecamatan Gayungan, Kota Surabaya.

#### **2. Pembuatan filtrasi**

Alat dan bahan

Alat

- 1) Filtrasi 1 buah
- 2) Gergaji pipa 1 buah
- 3) Cutter 1 buah
- 4) Tutupan pipa 3 buah
- 5) Wadah 2 buah
- 6) Meter 1 buah

Bahan

- 1) Pipa PVC 2 buah
- 2) Tutupan pipa 2 buah
- 3) Lem pipa 1 buah
- 4) Paku
- 5) kayu
- 6) Kran  $\frac{3}{4}$  3 buah
- 7) Solder
- 8) Tandon 30 L
- 9) Pasir silika
- 10) Manganese Zeolite
- 11) Ferrolite

### **b. Metode Analisis Data**

Dalam penelitian ini, data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dengan menganalisa kadar parameter Mn, Fe, dan kekeruhan sebelum dilakukan proses media filtrasi dan sesudah melakukan. Hasil analisa kemudian disajikan dalam bentuk grafik ataupun dalam bentuk tabel sehingga dapat diketahui nilai penurunan Mn, Fe, dan kekeruhan sebelum dan sesudah melakukan proses filtrasi.

Perhitungan diperlukan untuk mengetahui efisiensi penurunan Mn, Fe dan kekeruhan

dengan rumus persamaan overall efficiency yaitu :

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

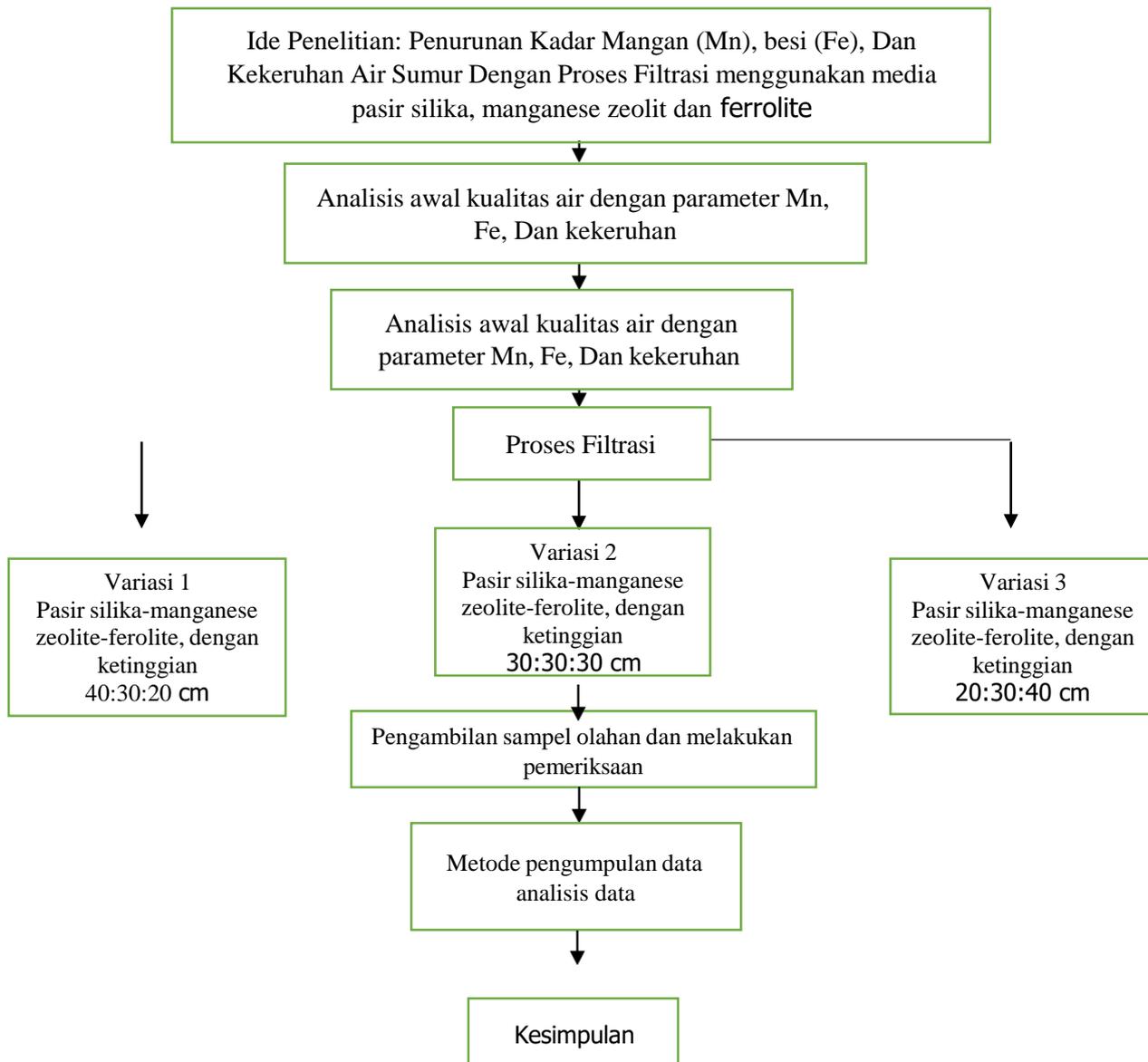
Keterangan;

$\eta$  = *efficiency* penurunan

$C_o$  = konsentrasi awal sebelum di *treatment*

$C_e$  = konsentrasi akhir sesudah di *treatment*

### Rancangan penelitian



### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini didapatkan sumur gali sebagai air baku untuk dilakukan pengolahan menggunakan treatment filtrasi dengan variasi media, agar didapatkan air yang berkualitas dan memenuhi (Permenkes 32 Tahun 2017 tentang Higiene Sanitasi). Data yang dihasilkan diperoleh dari hasil penelitian dilapangan secara langsung. Penelitian ini diujikan di laboratorium PDAM Surabaya Jawa Timur dengan hasil pengujian awal sebagai berikut:

Tabel 1.1 Hasil Uji Awal

Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil uji	Keterangan
Mangan	Mg/l	0,5	0,069	sesuai baku mutu
Besi	Mg/l	1	0,126	Sesuai baku mutu
Kekeruhan	NTU	1	18,4	Tidak sesuai baku mutu

Berdasarkan hasil uji awal air baku pada Tabel 4.1 dapat diketahui dengan jelas bahwa, air sumur gali di Desa Duku Menanggal memenuhi baku mutu pada parameter Mn, parameter Fe memenuhi standar baku mutu, serta tidak memenuhi baku mutu atau melebihi baku mutu pada parameter kekeruhan. Dengan ini perlu dilakukan pengolahan dengan treatment filtrasi untuk mengolah parameter yang tinggi.

#### 1. Hasil pengukuran kadar mangan (Mn)

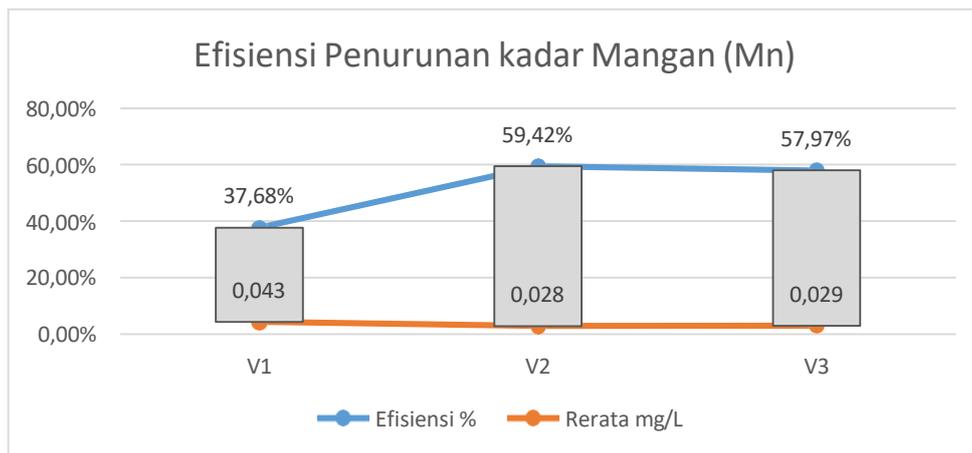
Hasil uji awal kadar Mn pada air baku adalah 0,069 mg/L dimana nilai ini dibawah baku mutu yang dipersyaratkan atau bisa dikatakan memenuhi Baku mutu.

Hasil pengukuran Mn sebelum dan sesudah treatment pada air sumur bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar Mn sebelum dan sesudah treatment dengan proses filtrasi menggunakan variasi media pasir silika, manganese zeolite dan ferrolite. Dari hasil uji laboratorium diperoleh data pengukuran Mn pada air sumur. Adapun hasil pengukuran Mn dengan variasi 1 sampai ke-3 dapat dilihat pada tabel 1.2, berikut ini:

Tabel 1.2 Analisis data kadar Mn

Pengulangan ke-	Satuan	Variasi Ketinggian Media		
		V1	V2	V3
Uji Awal	mg/L	0,069	0,069	0,069
1	mg/L	0,076	0,034	0,007
2	mg/L	0,009	0,022	0,051
<b>Rerata</b>	<b>mg/L</b>	0,043	0,028	0,029
Efisiensi	%	37,68	59,42	57,97

Hasil analisis data kadar Mn treatment filtrasi telah disajikan menggunakan tabel 4.2, kemudian analisis data di pertegas dengan grafik . sehingga, dapat memunculkan data dalam bentuk gambar. Berikut ini adalah gambar 1.1. Efisiensi penurunan kadar Mn.



Berdasarkan Gambar 4.1, secara umum treatment filtrasi pada V1, V2 dan V3 menunjukkan perbedaan efisiensi penurunan kadar Mn, V1 berhasil menurunkan Mn sampai 0,043 mg/L dengan efisiensi 37,68%, tetapi pada pengulangan ke dua penurunan kadar Mn sampai 0,009 mg/L. V2 berhasil menurunkan Mn sampai 0,028 mg/L dengan efisiensi 59,42%, dan V3 berhasil menurunkan Mn sampai 0,029 mg/L dengan efisiensi 57,97%. Dengan ini dapat dikatakan penurunan terbesar Mn treatment filtrasi adalah 0,028 mg/L dengan efisiensi penurunan 59,42% pada V2 kadar Mn hasil uji awal 0,069 mg/L turun hingga 0,029 mg/l. V2 ini adalah variabe 2 (V2) dengan rangkaian media filtrasi menggunakan pasir silika 30 cm, zeolite 30 cm dan ferrolite 30 cm.

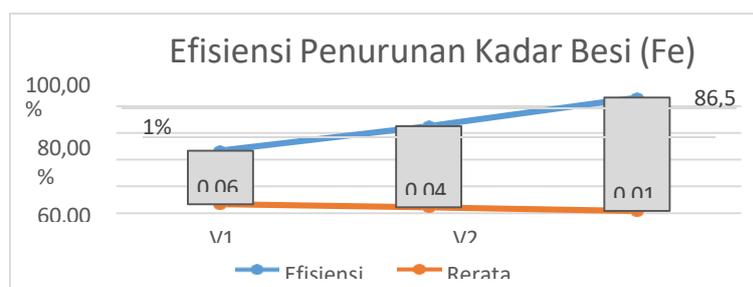
## 2. Hasil pengukuran kadar besi (Fe)

Kadar awal pada parameter besi (Fe) pada air baku adalah 0,126 mg/L dimana penurunan tersebut memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Baku mutu Fe yang di persyaratkan pada premenkes No.32 Tahun 2017 adalah 1 mg/l. hasil pengkuran kadar Fe sebelum dan sesudah treatment pada air sumur bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar Fe sebelum dan sesudah treatment filtrasi dengan variasi media pasir silika, manganese zeolite dan kekeruhan.

Tabel 1.2 analisis data kadar besi (Fe)

Pengulangan ke-	Satuan	Variasi ketinggian media		
		V1	V2	V3
Uji Awal	mg/L	0,126	0,126	0,126
1	mg/L	0,091	0,057	0,006
2	mg/L	0,043	0,030	0,027
<b>Rerata</b>	mg/L	0,067	0,044	0,017
Efisiensi	%	46,83	65,08	86,51

Hasil analisis data kadar Fe treatment filtrasi telah disajikan menggunakan tabel 4.3, kemudian analisis data di pertegas dengan grafik . sehingga, dapat memunculkan data dalam bentuk gambar. Berikut ini adalah gambar 4.2. efisiensi penurunan kadar Besi (Fe).



Gambar 1.2 Efisiensi penurunan kadar Besi (Fe)

Berdasarkan Gambar 4.2 secara umum treatment filtrasi pada V1, V2 dan V3 menunjukkan perbedaan efisiensi penurunan kadar Fe, pada V1 berhasil menurunkan kekeruhan sampai 0,067 mg/L dengan efisiensi 48,83%, V2 berhasil menurunkan kadar Fe sampai 0,044 dengan efisiensi 76,19%. V3 berhasil menurunkan Fe sampai 0,017 mg/L dengan efisiensi 78,57%. Dengan ini dapat dikatakan penurunan terbesar kadar Besi (Fe) treatment filtrasi adalah variasi 3 yang turun hingga 0,044 dengan efisiensi 86,51%. Pada V3, mangan (Fe) uji awal 0,126 mg/L turun hingga 0,017 mg/L. V3 ini adalah variabel 3 (V3) dengan rangkaian media filtrasi menggunakan pasir silika 20 cm, zeolite 30 cm dan ferrolite 40 cm. hasil penelitian penurunan kadar besi ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan (Fatimura et al, 2019) "Penghilangan Kandungan Besi Air Sumur Dengan Media Ferrolite Pada Filter Air Sistem Backwash" dimana hasil Air sumur yang telah melewati masing-masing media maka didapatkan kandungan besi untuk media ferrolite-pasir silika-karbon aktif: a) 15cm- 30cm-30cm: 1,26mg/l , b) 25cm-30cm-30cm: 1,12mg/l, c) 30cm-30cm-30cm : 0,86 mg/l , d) 40cm-30cm-30cm: 0,32 mg/l terjadi penurunan kadar besi yang paling baik yaitu sebesar 93.01%.

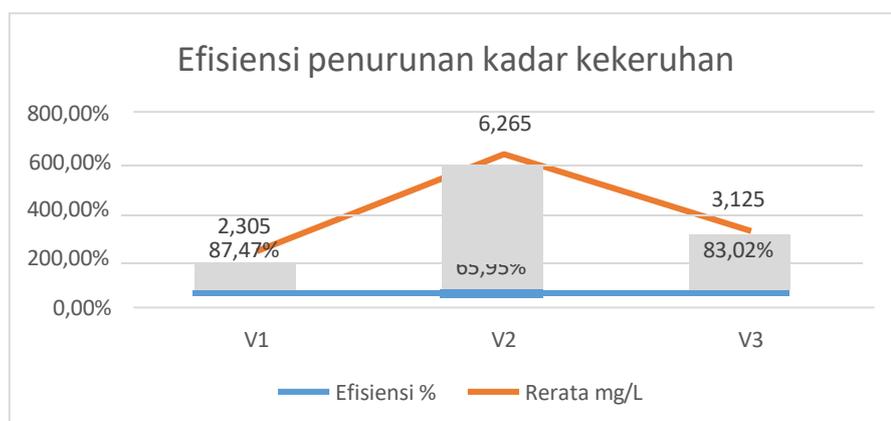
### 3. Hasil pengukuran kadar kekeruhan

Kadar awal pada parameter kekeruhan pada air baku adalah 18,4 NTU. Dimana penurunan tersebut masih melebihi baku mutu yang dipersyaratkan. Baku mutu kekeruhan pada air yang di persyaratkan pada premenkes No.32 Tahun 2017 1 NTU. hasil pengukuran kadar kekeruhan sebelum dan sesudah treatment pada air sumur bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar kekeruhan sebelum dan sesudah treatment filtrasi dengan variasi media pasir silika, manganese zeolite dan kekeruhan. Adapun hasil pengukuran sesudah treatment tersaji pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 1.3 analisis data kadar kekeruhan

Pengulangan ke-	Satuan	Variasi ketinggian media		
		V1	V2	V3
Uji Awal	NTU	18,4	18,4	18,4
1	NTU	2,04	7,42	4,13
2	NTU	2,57	5,11	2,12
<b>Rerata</b>	NTU	2,305	6,265	3,125
Efisiensi	%	87,47	65,95	83,02

Hasil analisis data kadar kekeruhan treatment filtrasi telah disajikan menggunakan tabel 4.4, kemudian analisis data di pertegas dengan grafik. Sehingga dapat memunculkan data dalam bentuk gambar. Berikut ini adalah gambar 1.3 Efisiensi penurunan kadar parameter kekeruhan.



Gambar 1.3 Efisiensi Penurunan Kadar Kekeruhan

Berdasarkan Gambar 4.3, secara umum treatment filtrasi pada V1, V2 dan V3 menunjukkan perbedaan efisiensi penurunan kadar kekeruhan, V1 berhasil menurunkan kekeruhan sampai 2,305 NTU dengan efisiensi 87,47%, tetapi pada pengulangan ke 2 penurunan kadar kekeruhan sampai 2,04 NTU. V2 berhasil menurunkan kekeruhan sampai 6,265 NTU dengan efisiensi 65,95%,. V3 berhasil menurunkan kekeruhan sampai 3,125 NTU dengan efisiensi 83,02%. Dengan ini dapat dikatakan penurunan terbesar kekeruhan treatment filtrasi adalah 2,305 NTU dengan efisiensi 87,47%. Pada V1, kekeruhan uji awal 18,4 NTU turun hingga 2,305 NTU. V1 ini adalah variasi 1 (V1) dengan rangkaian media filtrasi menggunakan pasir silika 40 cm, zeolite 20 cm dan ferrolite 30 cm.

## **Pembahasan**

Hasil pengukuran konsentrasi awal parameter Mangan (Mn), Besi (Fe) dan Kekeruhan pada air baku sebelum melakukan pengolahan secara berurutan adalah 0,069 mg/L, 0,126 mg/L dan 18,4 NTU. Berdasarkan hasil uji awal tersebut dapat dilihat bahwa pada parameter Mangan (Mn) masih memenuhi baku mutu, konsentrasi parameter Besi (Fe) memenuhi baku mutu dan konsentrasi parameter kekeruhan melebihi standar baku mutu. Persyaratan kualitas baku mutu air bersih sesuai dengan standar maksimal berdasarkan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017. Setelah diketahui konsentrasi hasil uji awal parameter air sumur dapat dilakukan proses pengolahan dengan filtrasi menggunakan variasi media pasir silika, manganese zeolite dan ferrolite.

Treatment dengan proses filtrasi dilakukan dengan 3 variasi media yang ketinggiannya berbeda secara berurutan adalah V1 40-30-20 cm, V2 30-30-30 cm dan V3 20-30-40 cm. Efisiensi penurunan untuk Variasi I dengan hasil terbaik yaitu parameter kekeruhan menurun hingga 2,035 NTU (87,47%). Efisiensi penurunan Variasi II dengan hasil yang baik adalah parameter mangan (Mn) menurun hingga 0,028 mg/L (59,42%) . Efisiensi penurunan untuk Variasi III dengan hasil yang baik yaitu parameter Besi (Fe) menurun hingga 0,017 mg/l (87,47%) .

Dari data analisis yang telah disajikan, Variasi media filtrasi dari V1-V3 mengalami penurunan yang baik akan tetapi masih ada variasi yang mengalami penurunan naik turun berdasarkan hasil uji parameternya. Untuk variasi media yang mengalami naik turun yaitu terletak di Variasi 3 untuk kadar Mn dimana dari penanggulang pertama turun hingga 0,007 mg/l tetapi pada pengulangan ke-2 naik hingga 0,051 mg/l. Variasi 3 pada parameter besi (Fe) yang pada pengulangan pertama turun hingga 0,006 mg/l tetapi pada pengulangan ke-2 naik hingga 0,027mg/l. Variasi 1 untuk kadar kekeruhan yang pada pengulangan pertama turun hingga 2,04 mg/l tetap pada pengulangan kedua naik hingga 2,57 mg/l.

Berdasarkan hasil treatment dari tiga variasi media yang secara berurutan yaitu variasi 1 dimana ketinggian media pasir 40:30:20 cm, variasi 2 30:30:30 cm dan variasi 3 20:30:40 cm. sehingga dapat diketahui dimana variasi 1 mampu menurunkan kadar kekeruhan, karena penyusunan media secara berbeda sehingga dapat menyaringkan warnah atau kekeruhan pada air sumur secara baik, pada variasi 2 tidak menghasilkan penurunan kekeruhan dengan baik karena pada ukuran medianya secara merata dan tidak ada satu media yang ukurannya kecil dan pada variasi 3 media pasir pada saringan pertamanya terlalu tebal sehingga sisa warnah zat pasirmnya masih terbawah pada media pasir terakhir.

Pada variasi 2 treatment pengolahan mampu menurunkan kadar mangan paling baik yaitu dengan penurunan menurun hingga 0,028 mg/l (59,42%). Maka dapat diketahui bahwa pada variasi 2 mampu menurunkan kadar mangan karena ukuran medianya secara merata yaitu 30:30:30 cm sehingga saringan zat pada kadar mangan (Mn) dapat di saring secara terus- menerus dengan rata. Pada variasi 1 tidak mampu menurunkan kadar mangan secara baik karena ukuran media secara berbeda sehingga zat kadar mangan tidak dapat menurun dengan baik begitu juga dengan variasi 3.

Pada variasi 3 treatment pengolahan mampu menurunkan kadar besi dengan baik sehingga penurunan sampai 0,017 mg/l (87,47%), maka dapat diketahui Variasi 3 mampu menurunkan

parameter besi karena pada penyusunan media pasir yaitu 40:30:20 dimana pada media pasir pertama yaitu pasir silika, pasir silik memiliki kandungan zat besi dan dapat digunakan sebagai saringan zat air yang terkontamina zat besi, pada saringan pertama di variasi 3 dengan ketebalan pasir silika 40 cm sehingga dapat menurunkan kadar besi dengan baik. Pada variasi 1 dengan ukuran ketinggian media 20:30:40 cm tidak dapat menurunkan kadar besi dengan baik karena pada media pasir silika kurang atau ukurannya berkurang yaitu 20 cm maka tidak dapat menurunkan kadar besi dengan baik dan pada variasi 2 yaitu dimana ketinggian medianya 30:30:30 cm. variasi 2 tidak dapat menurunkan kadar besi karena pada ukuran medianya secara merata sehingga campuran zat pada media terus bersama sehingga tidak menghasilkan penurunan kadar besi dengan baik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pengolahan air sumur menggunakan proses filtrasi dengan variasi media pasir silika, zeolite dan ferrolite, dapat disimpulkan bahwa:

1. Efisiensi penurunan kadar mangan, besi dan kekeruhan pada air sumur dengan proses filtrasi dimana pada Variasi 1 mampu menurunkan parameter kekeruhan dengan efisiensi penurunan 87,47 %, Variasi 2 mampu menurunkan parameter mangan (Mn) dengan efisiensi penurunan 59,42% dan Variasi 3 mampu menurunkan parameter Besi (Fe) dengan efisiensi penurunan 86,51%
2. Penurunan kadar mangan, besi dan kekeruhan dengan proses filtrasi menggunakan variasi media pasir silika, manganese zeolite dan kekeruhan berdasarkan Variasi 1-3 atau variable 1-3 variasi yang paling efektif adalah Variasi 1 dengan efisiensi penurunan 87,47%

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, A., Wahyudi, C., Irawati, W., & Hindarso, H. (2017). Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) Dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih. *Widya Teknik*, 7(1), 25–34.  
<http://journal.wima.ac.id/index.php/teknik/article/view/1258>
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2014). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 36–44.  
<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/download/369/341>
- Hidayah. (2019). EFEKTIVITAS MEDIA FILTER DALAM MENURUNKAN TSS DAN LOGAM Fe PADA AIR SUMUR GALI. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 5(2), 1–8.  
<https://doi.org/10.20527/jukung.v5i2.7313>
- Kaslum, L., Zikri, A., Tanjung, Y., Oktavia, Y., Negeri Sriwijaya, P., & Sriwijaya Negara Bukit Besar, J. (2019). KINERJA SISTEM FILTRASI DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN TDS, Fe, DAN ORGANIK DALAM PENGOLAHAN AIR MINUM PERFORMANCE OF FILTRATIONSYSYSTEM IN REDUCING TDS, Fe, AND ORGANIC CONTENTS INDRINKING WATER TREATMENT *Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya/ 2 Teknologi K. Jurnal Kinetika*, 10(01), 46–49.
- Kurniawati, S. D. (2017). Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, 1–20.
- Kurniawati, S. D., Santjoko, H., & Husein, A. (2017). Pasir Vulkanik sebagai Media Filtrasi dalam Pengolahan Air Bersih Sederhana untuk Menurunkan Kandungan Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kekeruhan Air Sumur Gali. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1), 20.  
<https://doi.org/10.29238/sanitasi.v9i1.71>
- Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. (2018). PENINGKATAN KUALITAS pH, Fe DAN KEKERUHAN DARI AIR SUMUR GALI DENGAN METODE FILTRASI. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 105.  
<https://doi.org/10.20961/jrrs.v1i2.20660>

- Purba, M. F. D., & Hartini, E. (2013). Penurunan Kandungan Zat. *Jurnal Visikes*, 12(1), 67– 73.
- Purwono, & Karbito. (2013). Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Saringan Pasir Bertekanan (Pressure Sand Filter) untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn)(Studi Kasus di Desa Banjar Negro Kecamatan Wonosobo Tanggamus). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang*, 4(1), 305–314.
- Purwoto, S. P., & Sutrisno, J. (2016). PENGOLAHAN AIR TANAH BERBASIS TREATMENT Ferrolite, Manganese Zeolite , dan Ion Exchange. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 14(2), 21–31. <https://doi.org/10.36456/waktu.v14i2.134>
- Ruhyat, N. (2011). Analisis Diameter Kerikil pada Media Filter Terhadap Kecepatan Alir Air di Filter Konvensional Pada Alat Filterisasi Air Minum Skala Rumah Tangga.
- Sutrisno, T., Suciantu, E. (2010). T. P. A. B. J., & Cipta., P. R. (2021). AIR BERSIH. *Eksergi*, 18(1), 32. <https://doi.org/10.31315/e.v0i0.4554>