

PENURUNAN LOGAM BESI DAN MANGAN MENGGUNAKAN FILTRASI MEDIA ZEOLIT DAN MANGANESE GREENSAND

Nastiti Maharani Oesman¹⁾ dan Sugito¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Email: nastitimo@gmail.com

Abstrak

Didalam bumi, material organik maupun anorganik mengalami berbagai kontak dengan air tanah. Air tanah mengandung beberapa senyawa anorganik seperti logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang jika bereaksi dengan udara mengakibatkan perubahan warna pada air tersebut menjadi kuning hingga coklat. Diperlukan teknologi untuk menurunkan kandungan Fe dan Mn tersebut agar layak digunakan sebagai air bersih / air baku. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji Penurunan Fe dan Mn pada air tanah menggunakan filtrasi media Zeolit dan Manganese Greensand. Reaktor filtrasi terbuat dari pipa PVC dengan diameter 4 inchi dan ketinggian 125 cm serta menggunakan sistem aliran upflow. Variabel dalam penelitian ini adalah jenis media filtrasi yaitu Zeolit dengan Manganese Greensand pada debit 1 L/menit, 1.5 L/menit, dan 2 L/menit. Sampel yang digunakan adalah air sumur daerah Dukuh Setro Rawasan Surabaya. Analisis Fe menggunakan metode Ortho-Phenantrolin secara Spektrofotometri, sedangkan analisis Mn menggunakan metode Persulfat. Setelah ditreatment, untuk media Zeolit efisiensi penurunan paling optimum terjadi pada debit 1 L/menit, dimana untuk Fe sebesar 57.13% dan Mn sebesar 70.00%. Sedangkan media Manganese Greensand, efisiensi penurunan paling optimum juga terjadi pada debit 1 L/menit, dimana untuk Fe sebesar 78.36% dan Mn sebesar 88.21%.

Kata Kunci : Fe, Mn, Filtrasi, Zeolit, Manganese Greensand

Abstract

In the earth, Organic and anorganic material has contact with ground water. Ground water contains some inorganic compounds such as iron and manganese are high causing the color of the water to turn yellow - brown after a while contact with air. The technology needed to reduce the content of Fe and Mn in ground water for used to clean water or raw water. This study aims to examine the Efficiency of Iron (Fe) and Manganese (Mn) Decrease on Ground Water Using Manganese Greensand and Zeolite Media Filtration. The filtration reactor is made of 4 inch PVC pipe with a height of 1.25 m and uses upflow flow system. The variables in this research are combination of filtration media type i.e. zeolite and manganese greensand with flow rate of 1 L / min, 1.5 L / min, and 2 L / min. The sample used is the well water in Dukuh Setro Rawasan Surabaya. Fe analysis using Ortho - Phenantrolin method by Spectrophotometry, while Mn analysis using Persulfat method. Fe and Mn content after the treatment has decreased. In zeolite media, the most optimum degradation efficiency occurred at 1 L / min discharge, for Fe of 57.13% and Mn of 70.00%. While in manganese greensand media, the most optimum degradation efficiency also occurred at 1 L / min discharge, for Fe of 78.36% and Mn 88.21%.

Keywords : Fe, Mn, Filtration, Zeolite, Manganese Greensand

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang pesat di Indonesia khususnya di kota-kota besar akan mendorong kebutuhan perumahan serta pemenuhan kebutuhan air bersih. Kualitas air yang bagus merupakan air yang jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Tidak semua air dapat digunakan oleh makhluk hidup, terutama manusia. Air yang dapat digunakan untuk kebutuhan manusia harus memenuhi Standar Kualitas Air Bersih yang diatur oleh Departemen Kesehatan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia sesuai Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 dan Standar Kualitas Air Minum yang diatur oleh Departemen Kesehatan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia sesuai Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Selain kualitas air, yang perlu diperhatikan lagi yaitu kuantitas air. Sumber air bersih bisa didapatkan dari air tanah, air angkasa, dan air permukaan. Air tanah terdiri dari air sumur, air mata air, dan air artesis. Air angkasa yaitu air hujan. Kemudian air permukaan terdiri dari air sungai, danau, waduk, laut, dll. Salah satu sumber air bersih yang dimanfaatkan oleh manusia yaitu air sumur. Berdasarkan uji pendahuluan, diketahui bahwa hasil analisis laboratorium air tanah di daerah Dukuh Setro Rawasan Surabaya menunjukkan nilai Besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang cukup tinggi dan melebihi baku mutu yang diperbolehkan, yaitu 1,4 mg/L untuk Besi dan 1,2 mg/L untuk Mangan. Sedangkan baku mutu yang diperbolehkan berdasarkan Persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan yaitu 1 mg/L untuk Besi dan 0,5 mg/L untuk Mangan. Berdasarkan fakta lapangan, ciri-ciri air tersebut yaitu berbau logam yang menandakan Mn tinggi, air berwarna kuning kecoklatan, meninggalkan noda kuning-coklat pada baju jika dicuci menggunakan air tersebut, apabila air tersebut digunakan untuk mandi kulit menjadi kering, serta meninggalkan kerak coklat pada bak maupun pipa yang merupakan jalan distribusi air tersebut. Maka dari itu diperlukan teknologi dalam menurunkan kandungan Fe dan Mn pada air tanah. Permasalahan dalam penelitian ini, yaitu "Adakah perbedaan penurunan kadar Besi (Fe) dan Mangan(Mn) dalam air tanah menggunakan filtrasi media Zeolit dengan *Manganese Greensand* pada variasi debit 1 L/menit, 1,5 L/menit, dan 2 L/menit?". Tujuan dalam penelitian ini adalah Untuk mengkaji perbedaan media dalam menurunkan kadar

Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam air tanah menggunakan filtrasi media Zeolit dan *Manganese Greensand*. Manfaat dari penelitian ini adalah Sebagai bahan informasi kepada masyarakat tentang penerapan teknologi tepat guna, dalam meningkatkan kualitas air tanah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh **Akbar Rhidatul (2014)** filter yang terbuat dari pipa PVC dengan volume reaktor 5 L berisi media Zeolit, Pasir Silika, dan Karbon Aktif, dapat menurunkan Fe sebesar 96.17% pada waktu tinggal 5 menit. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh **Anika (2012)** tentang Pengaruh Jenis Media Aerated Filter terhadap Penurunan Kadar Besi dan Mangan Pada Air Sumur Gali, hasil penelitian menunjukkan efisiensi penurunan Kadar Fe sebesar 62.31% dan Mn sebesar 99.95% pada debit 15 mL/menit. Teknologi kombinasi filtrasi memiliki efisiensi penurunan Fe dan Mn lebih tinggi, seperti kombinasi Filtrasi terpadukan resin (**Rahmawati, N. dan Sugito, 2015**) menghasilkan efisiensi penurunan lebih dari 90% untuk Fe dan Mn. Maka dari itu penelitian ini menggunakan media yang sama namun teknologi yang lebih murah yaitu Filtrasi untuk menurunkan Fe dan Mn dengan waktu tinggal yang lebih lama dan bervariasi, diharapkan memiliki efisiensi penurunan yang sama atau bahkan lebih besar dibandingkan penelitian sebelumnya, dengan perkiraan efisiensi lebih dari 70%.

Logam Mangan dan Besi memiliki standar baku mutu yang berbeda sesuai dengan peruntukannya. Pada air minum zat Besi yang terkandung dengan tingkat konsentrasi mg/L tidak memberikan pengaruh yang buruk pada kesehatan, tetapi dalam kadar yang besar dapat menyebabkan air menjadi berwarna coklat kemerahan yang tidak diharapkan. Berbeda dengan air permukaan yang memiliki kandungan Besi relatif rendah, air tanah justru memiliki kandungan Besi yang relatif tinggi antara 1-10 mg/L (**Said, 2005**). Hal ini dikarenakan air yang mengalir di dalam tanah melewati celah-celah bebatuan sehingga kandungan kation dan anion batu tersebut larut dalam air. Kontak batuan dengan air tanah relatif luas karena waktu kontak lama dan permeabilitas rendah (**Maulana, Fivry W., 2014**). Air memiliki kemampuan secara alami untuk pengolahan. Pada suhu dan pH tertentu dapat mengubah kandungan pada air, terutama Fe dan Mn. Oleh karena ini di dalam sistem pengolahan air. Logam besi dan Mangan dengan valensi dua lebih larut dalam air,

sedangkan valensi tiga lebih sulit larut dalam air. Maka dari itu dilakukan pengolahan dimana logam Fe dan Mn diubah menjadi valensi yang lebih tinggi agar mengendap dan bisa dipisahkan dengan mudah, salah satunya dengan filtrasi. Berdasarkan PerMenKes 416/1990 konsentrasi Mangan dalam air bersih maksimal 0.5 mg/L dan Besi sebesar 1 mg/L. Standar ini ditetapkan karena berdasarkan kenyataan bahwa Besi dan Mangan di dalam air dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak sedap serta air yang berwarna hitam seperti *black water* (Said, 2005).

Menurut (Purwoto S., 2013) sistem pengolahan air terdiri dari pemurnian, distilasi, demineralisasi, pelunakan, *ion exchanger*, dan adsorpsi. Sedangkan teknologi dalam penurunan logam Fe dan Mn terdiri dari oksidasi, *Ion Exchabe*, *Lime Softening*, *Adsorption* (Pengerapan), *Filtration* (Penyaringan). Metode filtrasi menggunakan media Pasir silika, Karbon aktif, Zeolit dan *Manganese Greensand* yang dibuat variasi. Hal ini dikarenakan untuk mengetahui kemampuan perbedaan kedua media dalam menurunkan Fe dan Mn. Sebab fungsi pasir silika sendiri hanya sebagai filter awal dan karbon aktif sebagai adsorben. Alasan dipilihnya media zeolit yaitu harganya murah, mudah diperoleh di pasaran, dan memiliki efektifitas penyerapan Fe dan Mn yang tinggi. Sedangkan media *Manganese Greensand* dipilih karena mudah diperoleh di pasaran dan memiliki efektifitas penurunan Fe dan Mn yang tinggi, yaitu sebesar 93% untuk penyerapan Besi dan Mangan (Sari Winda, 2002). Maka dari itu, dalam penelitian ini menggunakan filtrasi dengan variasi media Zeolit dan *Manganese Greensand* pada debit 1 L/menit, 1.5 L/menit, dan 2 L/menit, agar didapatkan efektifitas penyerapan Fe dan Mn yang lebih besar serta mengkaji perbedaan keduanya. Untuk mengatur perbedaan debit dalam penelitian ini menggunakan Hukum Darcy Weisbach (Das, Braja M., Endah, Noor, Mochtar, Indrasurya B., 1985) dengan rumus :

$$Q = k.A.i.t$$

$$k = \frac{Q.L}{h.A.i}$$

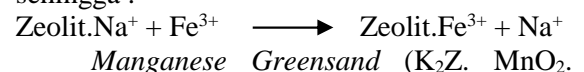
Keterangan :

Q = Debit aliran (cm³/detik)
 K = Koefisien permeabilitas (cm/detik), tergantung dari sifat butiran
 i = Koefisien hidrolik = h/L
 L = Ketebalan media filter (cm)

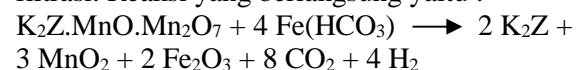
h = Beda tinggi antara permukaan atas bak penampung dan outlet reaktor (cm)
 A = Luas penampang (cm²)
 t = Waktu tinggal (detik)

Hukum Darcy adalah persamaan yang mendefinisikan kemampuan suatu fluida mengalir melalui media berpori seperti batu. Hal ini bergantung pada jumlah aliran antara dua titik dengan perbedaan tekanan antara titik-titik, jarak antara titik-titik dan interkoneksi jalur aliran antara titik-titik. Pengukuran interkoneksi disebut permeabilitas. Dengan kata lain, hukum Darcy adalah hubungan antara debit sesaat melalui media berpori dan penurunan tekanan lebih dari jarak tertentu (Sari Lubis, 2007).

Pasir silika adalah mineral yang terdapat di kontinen bumi. Mineral ini memiliki struktur Kristal heksagonal yang terbuat dari Silika Trigonal terkristalisasi (SiO₂), dengan skala kekerasan Mohs 7 dan densitas 2.65 g/cm³. Bentuk pasir silika adalah prisma segienam yang memiliki ujung piramida segienam (Holleman, A. F., dan Weiberg, N., 2001). Salah satu fungsi pasir silika adalah menyaring kekeruhan yang berasal dari kotoran, lumpur, pasir dan endapan dalam air (Purwoto, S., Purwanto, T., Hakim, L., 2015). Zeolit memiliki struktur kerangka tiga dimensi dan merupakan kristal Alumina Silica Tetrahidrat berpori, terbentuk oleh Tetrahedral [SiO₄]⁴⁻ dan [AlO₄]⁵⁻ yang saling terhubung oleh atom Oksigen, dan rongga diisi oleh logam Alkali atau Alkali tanah dan molekul air yang bergerak bebas (Chetam, 1992). Zeolit berfungsi sebagai adsorben karena strukturnya berongga dan sebagai penukar ion. Reaksi yang terjadi pada zeolit saat proses penukaran ion dengan Fe, yaitu endapan Fe yang terbentuk ditukar dengan kation pada unsur logam Golongan IA dan IIA (Alkali dan Alkali Tanah) seperti Na⁺, K⁺, Ca²⁺, dan Mg²⁺ sehingga :



Manganese Greensand (K₂Z. MnO₂. Mn₂O₇) merupakan material yang berfungsi sebagai penukar ion sehingga dapat mengoksidasi Fe dan Mn menjadi zat yang tidak larut dalam air lalu dipisahkan melalui filtrasi. Reaksi yang berlangsung yaitu :



Selain sebagai adsorben dan penukar ion, *Manganese Greensand* juga berfungsi sebagai buffer (penyangga) (Said, 2003).

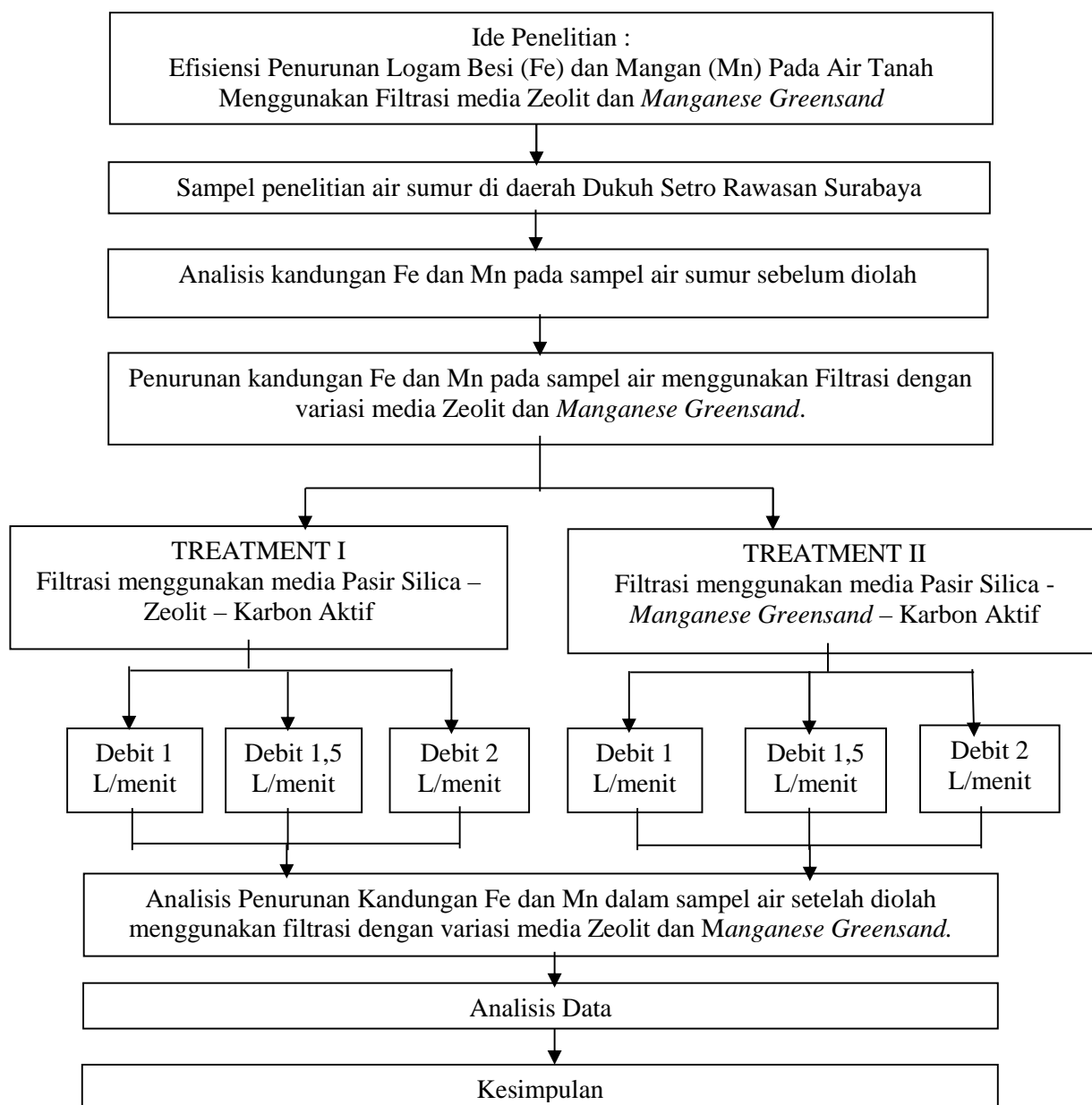
Karbon berpori biasa dikenal dengan nama Karbon Aktif berfungsi sebagai adsorben untuk menghilangkan warna, pengolahan limbah, dan pemurnian air. Karbon Aktif adalah arang yang telah mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimianya karena dilakukan perlakuan aktivisasi dengan aktivator bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Karbon Aktif membentuk amorf yang sebagian besar memiliki permukaan dalam berongga, berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap lebih besar dibandingkan Karbon yang belum menjalani

proses aktivasi (Purwoto S. dan Nugroho, W., 2013).

METODE

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat *eksperimental* yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan konsentrasi Fe dan Mn pada air tanah dengan menggunakan Filtrasi media Pasir Silica – Zeolit - Karbon Aktif dan Pasir Silica - *Manganese Greensand* – Karbon Aktif. Jenis penelitian ini adalah eksperimen dimana penelitian ditempuh dengan memberikan intervensi (perlakuan) berupa filtrasi. Rancangan Penelitian ini bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Rancangan Penelitian

B. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah air tanah di Dukuh Setro Rawasan Surabaya, yang didapatkan kandungan Besi 1.4 mg/L dan Mangan 1.2 mg/L.

2. Penentuan Sampel

Sampel penelitian ini menggunakan air sumur di Dukuh Setro Rawasan Surabaya. Sampel

yang dibutuhkan selama penelitian sebanyak 30 L. Jumlah sampel ditentukan berdasarkan pemeriksaan Laboratorium yaitu 500 ml untuk pengujian Fe dan Mn.

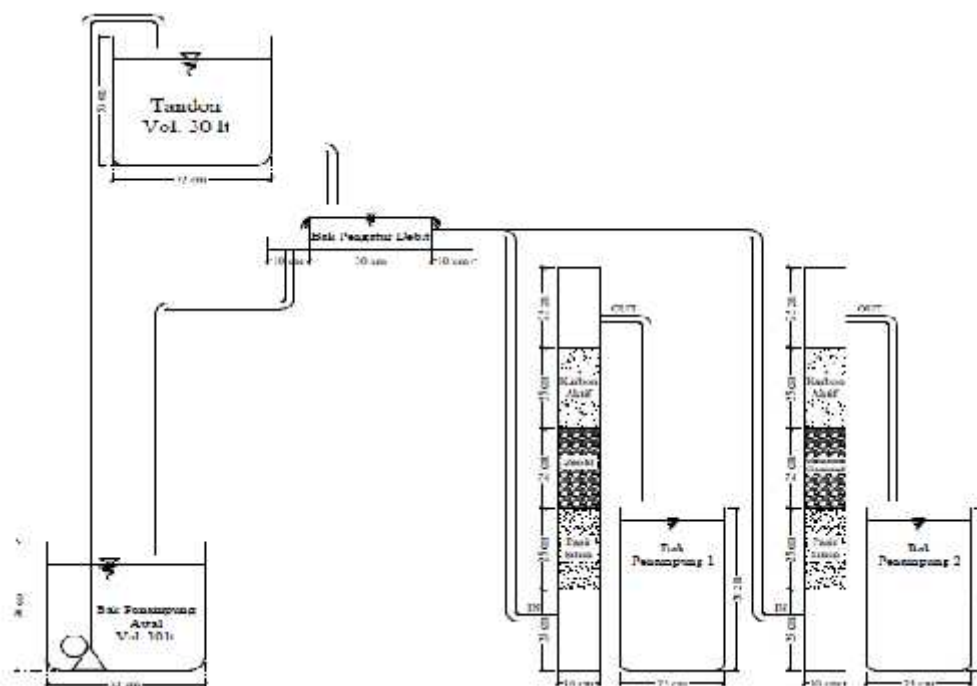
C. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam Instalasi Filtrasi bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Alat dan Bahan yang digunakan dalam Pembuatan Reaktor Filtrasi

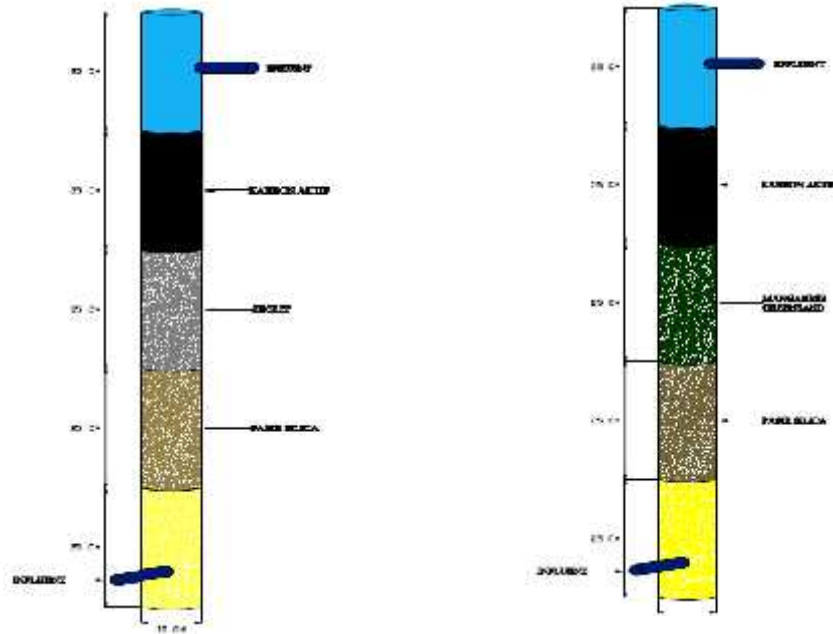
No.	Nama Alat	Jumlah	Satuan
1	Pipa PVC D 4 inci	2	Buah
4	Tandon air	2	Buah
5	Pipa PVC AW ¼	1	Lonjor
6	Pipa PVC AW ¾	1	Lonjor
7	Pipa Fitting	8	Buah
8	Pompa (Water pump GZ 230 IE 220 Volt kapasitas 25 L/mnt)	1	Buah
9	Kayu penyangga	4	Buah
10	Bak Penampungan	3	Buah
11	Kasa	6	Buah
12	Bor dan Mata Bor	1	Buah
13	Gunting Pipa	1	Buah
14	Kikir pipa	1	Buah
15	Lem PVC	1	Buah
16	Gergaji kayu	1	Buah
17	Gelas ukur 100 ml	1	Buah
18	Stopwatch	1	Buah
19	Alat tulis	1	Buah
20	Air murni	100	L

Desain Reaktor Filtrasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Desain Reaktor Penurunan Fe dan Mn menggunakan Filtrasi

Adapun detail tabung filter beserta medianya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Detail Tabung Filter beserta medianya

Setelah merangkai alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan percobaan / eksperimen. Air dari bak penampung awal dipompa ke tandon atas lalu dialirkan secara gravitasi menuju masing-masing tabung filter berisi media yang berbeda dengan variasi debit. Bak pengatur debit ini diatur berdasarkan beda tinggi yang didapatkan dari Hukum Darcy Weisbach. Observasi hasil pengukuran Fe dan Mn dilakukan sebelum pengolahan dan sesudah pengolahan dengan menganalisis sampel di Laboratorium. Analisis kandungan Besi (Fe) dalam penelitian ini menggunakan metode Ortho-Phenantrolin secara Spketrofotometri. Sedangkan analisis kandungan Mangan (Mn) dianalisa

menggunakan metode Persulfat menggunakan Spektrofotometri. Analisis data dan pembahasan dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran parameter yang diperiksa, dalam hal ini adalah Fe dan Mn. Data yang diperoleh akan diolah dalam bentuk tabulasi dan disajikan dalam tabulasi dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsentrasi Fe dan Mn setelah

Treatment

Berikut adalah konsentrasi Fe dan Mn sebelum dan sesudah *treatment* beserta efisiensi penurunannya menggunakan Filtrasi media Zeolit dan *Manganese Greensand*, seperti yang tersaji pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Konsentrasi Fe dan Mn sebelum dan sesudah *treatment* media Pasir silika – Zeolit – Karbon Aktif

No	Debit (L/menit)	Konsentrasi Fe			Konsentrasi Mn		
		Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	1	1.6	0.67	57.13	1.3	0.39	70
2	1.5	1.58	0.78	50.95	1.29	0.48	62.63
3	2	1.59	0.87	45.19	1.29	0.77	40.46

Tabel 3 Konsentrasi Fe dan Mn sebelum dan sesudah *treatment* media Pasir silika – *Manganese Greensand* – Karbon Aktif

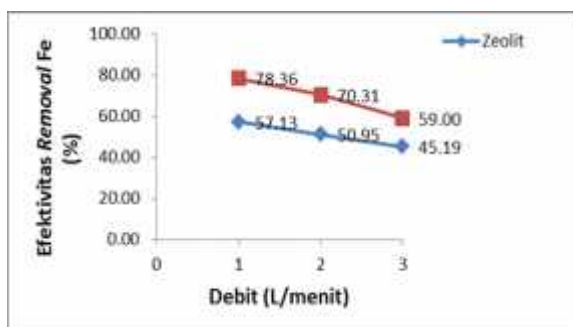
No	Debit (L/menit)	Konsentrasi Fe			Konsentrasi Mn		
		Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	1	1.62	0.35	78.36	1.3	0.15	88.21
2	1.5	1.58	0.47	70.31	1.29	0.28	78.35
3	2	1.59	0.65	59	1.29	0.45	65.46

Tabel 2 dan 3 menunjukkan adanya efektivitas *treatment*. Hal ini dibuktikan dengan adanya penurunan konsentrasi Fe dan Mn setelah dilakukan pengolahan. Semakin kecil debit yang digunakan maka semakin besar efisiensi penurunannya, sebaliknya semakin besar debit yang digunakan maka semakin kecil efisiensi penurunannya. Penurunan terbesar terdapat pada media Pasir Silika – Zeolit – Karbon Aktif dengan debit 1 L/menit yaitu prosentase penurunannya 57,13% untuk Fe dan 70,00% untuk Mn. Penurunan terbesar terdapat pada media Pasir Silika – *Manganese Greensand* – Karbon Aktif dengan debit 1 L/menit yaitu prosentase penurunannya 78,36% untuk Fe dan 88,21% untuk Mn. Jika dilihat dari perbedaan kedua media, yang memberikan pengaruh lebih besar dalam menurunkan Fe dan Mn yaitu media Pasir Silika – *Manganese Greensand* - Karbon Aktif.

B. Grafik Penurunan Fe dan Mn

Grafik Efektivitas Removal Fe

Berikut ini adalah grafik efektivitas *removal* Fe, seperti yang tersaji pada gambar 4.



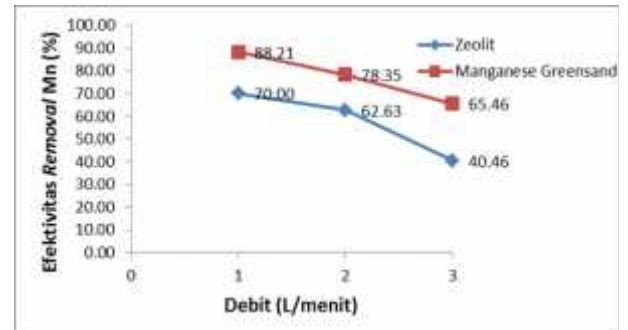
Gambar 4 Grafik Efektivitas *Removal* Fe

Gambar 4 menunjukkan grafik efektivitas *Removal* Fe yang dinyatakan dalam prosentase terhadap pengaruh debit. Dimana variasi debit yang diberikan dari 1 L/menit, 1.5 L/menit, dan 2 L/menit. Dapat dilihat bahwa semakin kecil debit yang mengalir, maka semakin tinggi persen

efisiensinya. Begitu juga sebaliknya semakin besar debit yang mengalir, maka semakin kecil efisiensinya. Maka dari itu jika digambarkan dengan grafik terlihat menurun. Efisiensi yang paling optimum terlihat pada debit 1 L/menit, baik pada media Zeolit maupun *Manganese Greensand*. Pada media Zeolit penurunan paling optimum sebesar 57.13% yaitu pada debit 1 L/menit. Sedangkan pada media *Manganese Greensand* penurunan yang paling optimum juga terjadi pada debit 1 L/menit yaitu sebesar 78.36%.

b. Grafik Efektivitas Removal Mn

Berikut ini adalah grafik efektivitas *removal* Mn, seperti yang tersaji pada gambar 5.



Gambar 5 Grafik Efektivitas *Removal* Mn

Gambar 5 merupakan grafik efektivitas *removal* Mn menggunakan media Zeolit dan *Manganese Greensand* dalam prosentase terhadap variasi debit. Gambar 5 juga menjelaskan bahwa semakin kecil debit yang mengalir maka semakin besar efektivitas penurunannya. Debit yang paling optimum yaitu 1 L/menit. Pada media Zeolit, efektivitas *removal* Mn paling optimum sebesar 70.00% yaitu pada debit 1 L/menit. Gambar 5 juga menunjukkan grafik efektivitas *removal* Mn menggunakan media *Manganese Greensand* yang dilambangkan dengan . Efisiensi penurunan Mn paling optimum terjadi pada debit 1 L/menit yaitu sebesar 88.21%. Berdasarkan grafik efektivitas *removal*, dapat

disimpulkan bahwa media *Manganese Greensand* lebih efektif dalam menurunkan kandungan Fe dan Mn dalam air dibandingkan dengan media Zeolit. Hal ini disebabkan ukuran partikel media *Manganese Greensand* lebih kecil daripada media Zeolit.

Dari gambar 4 dan 5 dapat dilihat bahwa media *Manganese Greensand* lebih efektif menurunkan kandungan Fe dan Mn daripada media zeolit. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel *Manganese Greensand* lebih kecil dibandingkan media zeolite. Pada penelitian ini *Manganese Greensand* yang digunakan memiliki diameter 0.70 mm, sedangkan diameter zeolit adalah 1 mm. Menurut **Purwanti (2010)** luas permukaan mempercepat laju reaksi karena semakin luas permukaan zat, semakin kecil ukuran partikel maka semakin banyak bagian zat yang saling bertumbukan dan semakin besar peluang adanya tumbukan, sehingga reaksi pun akan berlangsung semakin cepat. Penyebab lain media *Manganese Greensand* lebih efektif dalam menurunkan kandungan Fe dan Mn dibandingkan media Zeolit yaitu Zeolit yang digunakan dalam penelitian ini belum diaktivasi terlebih dahulu, namun hanya dicuci dengan aquades.

Pada gambar 4 dan 5 juga dapat dilihat bahwa baik media Zeolit maupun media *Manganese Greensand* lebih efektif menurunkan konsentrasi Mn dibandingkan dengan Fe dimana pada debit 1 L/menit. Kandungan Fe yang berhasil diturunkan oleh Zeolit sebesar 57.13%, sedangkan kandungan Mn yang berhasil diturunkan oleh Zeolit adalah 70.00%. Pada media *Manganese Greensand*, kandungan Fe yang berhasil diturunkan sebesar 78.36%, sedangkan kandungan Mn yang berhasil diturunkan sebesar 88.21%. Hal ini dapat dihubungkan dengan karakteristik dari Fe dan Mn yaitu jari-jari atom Mangan dan Besi berada dalam satu periode pada tabel periodik unsur yaitu periode 4 yang merupakan unsur-unsur transisi. Nomor atom Mn adalah 26 dan Fe adalah 27. Didalam satu periode, semakin unsur kekanan maka jari-jari atomnya semakin kecil. Sehingga dapat dikatakan bahwa ukuran logam Besi (Fe) lebih kecil dibandingkan logam Mangan (Mn) sehingga menyebabkan logam Fe yang berupa endapan dalam air akan lebih mudah lolos dan tidak tersaring oleh media. Pada penelitian ini juga menunjukkan hasil penurunan kandungan Fe dan Mn yang stabil dari debit 1 L/menit, 1.5 L/menit, sampai 2 L/menit dan tidak terjadi

fluktuasi. Hal ini disebabkan karena pengaturan debit dari perbedaan tinggi muka air sehingga dihasilkan aliran *up flow* yang stabil.

Penelitian ini lebih efektif jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh **Anika (2012)** menggunakan *aerated* filter dengan media Zeolit berhasil mereduksi Besi sebesar 62.31%. Hal ini dikarenakan pada penelitian sebelumnya zeolit hanya disusun pada reaktor aerasi sehingga Zeolit sendiri tidak berfungsi secara optimal sebagai media filter. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh **Rhidatul Akbar (2014)** menunjukkan hasil penelitian yang lebih efektif dibandingkan penelitian ini, yaitu menggunakan media yang sama berupa Pasir Silika, Zeolit, dan Karbon Aktif dengan waktu tinggal 5 menit berhasil menurunkan kandungan Fe sebesar 96.17%. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini waktu tinggal paling optimum hanya sebesar 4.8 menit, sehingga menyebabkan penelitian ini kurang efektif dibandingkan penelitian sebelumnya.

Hasil penelitian ini juga kurang efektif dibandingkan penelitian sebelumnya **Rahmawati dan Sugito (2015)** menggunakan media filtrasi Zeolit dan *Manganese Greensand* terpadukan resin menghasilkan efektivitas *removal* Fe sebesar 94% dan Mn sebesar 99%. Hal ini dikarenakan karena teknologi yang dilakukan pada penelitian sebelumnya merupakan teknologi kombinasi dari filtrasi dan resin penukar ion. Tetapi pada penelitian sebelumnya membutuhkan biaya yang mahal sebab menggunakan teknologi kombinasi, sedangkan pada penelitian ini biaya yang digunakan relatif murah. Jika konsentrasi Fe dan Mn tidak terlalu besar, maka cukup menggunakan teknologi filtrasi seperti pada penelitian ini. Penelitian ini mampu menurunkan kandungan Fe dan Mn hingga dibawah nilai baku mutu Air Bersih sesuai PERMENKES 416/1990 yaitu Fe sebesar 1 mg/L dan Mn sebesar 0.5 mg/L.

KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah adanya penurunan kandungan Fe dan Mn menggunakan filtrasi media Pasir Silika – Zeolit - Karbon Aktif dan Pasir Silika - *Manganese Greensand* - Karbon Aktif. Efektivitas penurunan kandungan Fe menggunakan media Zeolit sebesar 57.13% dan Mn sebesar 70.00%. Sedangkan efektivitas penurunan kandungan Fe menggunakan media *manganese greensand*

sebesar 78.36% dan Mn sebesar 88.21%. Debit yang paling optimal untuk menurunkan kandungan Fe dan Mn menggunakan media Zeolit dan *Manganese Greensand* dalam penelitian ini yaitu debit 1 L/menit. Hal ini dikarenakan semakin kecil debit, semakin lama waktu tinggal, maka semakin besar efektivitas penurunannya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada suami yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini dan kepada seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya yang telah mendukung dan memberikan pengarahan demi terselesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Rhidatul. 2014. *Keefektifan Waktu Tinggal Pada Proses Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Air Sumur di Perum Griya Fajar Gentan Baki Sukoharjo*. Surakarta : Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anika. 2012. *Pengaruh Jenis Media Pada Aerated Filter Terhadap Penurunan Kadar Besi Dan Mangan Air Sumur Gali*. Surabaya : Program Studi S-1 Ilmu dan Teknologi Lingkungan, Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
- Cheetam, D., A. 1992 dalam Rahmawati, N. dan Sugito.(2015). *Reduksi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Tanah Menggunakan Media Filtrasi Manganese Greensand dan Zeolit Terpadukan Resin*. Jurnal Teknik WAKTU; Volume 13; Nomor: 02; Juli 2015; Hal.63-71.
- Das, Braja M., Endah, Noor, Mochtar, Indrasurya B., *Mekanika Tanah (Prinsi-prinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid 1, 1985, Erlangga, Jakarta.
- Holleman, A. F., dan Weiberg, N., 2001. *Inorganic Chemistry*, Academic Press, San Diego.
- Maulana, Fivry W. 2014. *Hubungan Air Tanah dan Kondisi Geologi dalam Penentuan Kualitas dan Potensi Air Tanah Kecamatan Bruno Kabupaten Purworejo Propinsi Jawa Tengah*. Yogyakarta: Mahasiswa Magister Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta
- Purwanti. 2010. *Laju Reaksi*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Purwoto, S. dan Nugroho, W., 2013. *Removal Klorida, TDS, Dan Besi Pada Air Payau Melalui Penukar Ion Dan Filtrasi Campuran Zeolit dengan Karbon Aktif*. Jurnal Teknik WAKTU; Volume 11; Nomor: 01; Januari 2013.
- Purwoto, S., Purwanto, T., Hakim, L., 2015. *Penjernihan Air Sungai Dengan Perlakuan Koagulasi, Filtrasi, Absorpsi dan Pertukaran Ion* Jurnal Teknik WAKTU; Volume 13; Nomor: 02; Juli 2015.
- Rahmawati, N. dan Sugito.(2015). *Reduksi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Tanah Menggunakan Media Filtrasi Manganese Greensand dan Zeolit Terpadukan Resin*. Jurnal Teknik WAKTU; Volume 13; Nomor: 02; Juli 2015; Hal.63-71.
- Said, N. I. 2003. *Metoda Praktis Penghilangan Zat Besi dan Mangan di Dalam Air Minum*. Jakarta : Kelair BPPT. 2003.
- Said, N.I. 2005. *Metode Penghilangan Zat Besi dan Mangan di dalam Penyediaan Air Minum Domestik*. Jurnal Air Indonesia (JAI), 1(5) 239 - 250.
- Said, N.I. 2005. *Metoda Penghilangan Zat Besi dan Mangan di dalam Penyediaan Air Minum Domestik*. Jurnal Teknologi Volume 1 Nomor 3 BPPT.
- Sari, Lubis. 2007. *Keterhantaran Hidraulik dan Permeabilitas*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara : Sumatera Utara.
- Sari, Winda K., dan Karnaningroem, N. 2002. *Penurunan Besi dan Mangan dengan menggunakan cascade Aerator dan Rapid Sand Filter pada Air Sumur Gali*. Surabaya: Fakultas Teknik Lingkungan, Fakultas FTSP Kampus ITS Sukolilo Surabaya.