

**PENGGUNAAN JENIS ZEOLIT DALAM PENURUNAN KADAR FE AIR  
SUNGAI MENGGUNAKAN KOLOM ADSORPSI**  
*THE USE OF THIS TYPES OF ZEOLITE IN LEVELS DECREASE FE RIVER WATER USING  
ADSORPTION COLUMN*

**Miftach Secha<sup>1</sup>, Chairul Abdi<sup>2</sup> dan Akhmad Syarief<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, ULM*

<sup>2</sup>*Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, ULM*

<sup>3</sup>*Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, ULM*

*Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia*

*E-mail: sechamiftach@gmail.com*

**ABSTRAK**

Konsentrasi besi pada air sungai di daerah desa Puntik Luar, Barito Kuala sebesar 19,27 mg/l. Hal tersebut menyebabkan air sungai tidak dapat digunakan oleh masyarakat di lingkungan tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan untuk menurunkan Fe air sungai dengan cara adsorpsi menggunakan zeolit sebagai adsorben. Zeolit merupakan batu yang berasal dari gunung berapi yang penggunaannya belum maksimal. Zeolit yang digunakan didapat dari Banjarbaru, Malang dan Banjarmasin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik zeolit dan pengaruh jenis zeolit terhadap penurunan Fe. Penelitian ini dilakukan menggunakan kolom adsorpsi dengan ketebalan adsorben 100 cm dengan debit 3,3 ml/det. Dari hasil uji FTIR untuk karakterisasi adsorben sebagian besar puncak tidak mengalami pergeseran terlalu besar, ini menunjukkan adsorpsi terjadi secara fisika. Dan hasil penelitian penurunan Fe, adsorben mampu menurunkan 97,82%.

Kata Kunci : Adsorpsi Kolom, Zeolit, Logam Fe, FTIR

**ABSTRACT**

*The concentration of iron in the water of the River in the region of the village of Puntik outside, Barito Kuala of 19.27 mg/Lt. it causes river water can't be used by people in the neighborhood. On the research of the processing is done to lower Fe river water by means of adsorption using zeolite as adsorbent. Zeolite is a rock that comes from a volcano of its use has not been fullest. Used zeolite obtained from Banjarbaru, Banjarmasin and Unfortunate. This research aims to know the characteristics of zeolites and zeolite type influence against downturn Fe. This research was conducted using adsorption column with adsorbent 100 cm thickness with debit 3.3 ml/det. From the results of a test for FTIR characterization of adsorbents mostly peak did not experience the shift is too large, indicating adsorption occurs in physics. Research results and decrease in Fe, adsorbent is able to degrade 97.82%.*

*Keywords: Adsorption Column, Zeolite, Ferro, FTIR*

## **I PENDAHULUAN**

Air bersih merupakan salah satu sarana yang paling dibutuhkan masyarakat. Seperti halnya di Desa Puntik, Barito Kuala masyarakat umumnya menggunakan air sungai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Dari segi kuantitas air cukup untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, tetapi tidak untuk kualitas air. Air sungai tersebut memiliki kandungan 19,27 mg/l (Dinas Lingkungan Hidup

Provinsi Kalimantan Selatan). Dibandingkan dengan nilai baku mutu air bersih, kadar Fe di perairan ialah 1,0 mg/lit (Permenkes No.416/MENKES/PER/IX/1990).

Dari permasalahan kualitas air sungai tersebut, salah satu cara yang dapat digunakan ialah dengan metode adsorpsi menggunakan zeolit. Zeolit merupakan bahan galian non logam yang penggunaannya belum maksimal yang berpotensi digunakan menjadi adsorben untuk menurunkan kadar fe. Pada penelitian Rahman (2004), zeolit alam tanpa perlakuan atau aktivasi berdiameter 3 mm menggunakan kolom zeolit berdiameter 4 cm dan tinggi 50 cm mampu menurunkan kadar Fe sebesar 55%. Penurunan nilai Fe menunjukkan bahwa zeolit cukup baik untuk menyerap Fe dalam air.

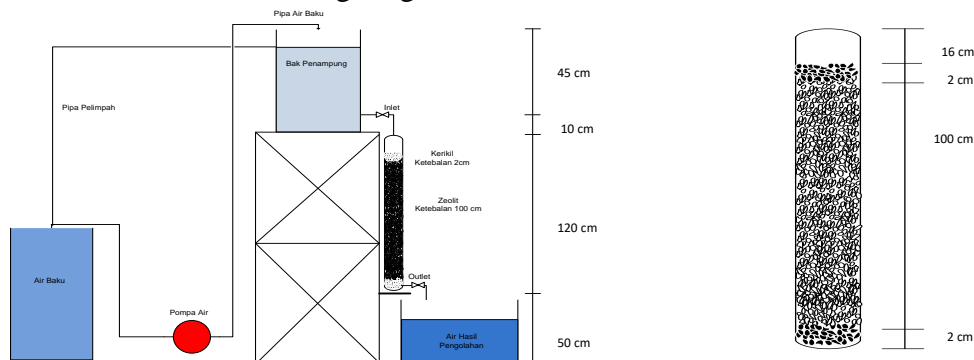
Berdasarkan hasil penelitian oleh Poerwadio (2004), dengan menggunakan zeolit alam asal ponorogo secara kontinyu dapat menurunkan Fe sesuai standar air minum. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter adsorben, luas permukaan kontak yang terjadi akan semakin besar sehingga penyerapan oleh adsorben juga akan semakin efektif.

Dari permasalahan yang telah dipaparkan, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh jenis adsorben dengan kolom adsorpsi secara kontinyu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari jenis adsorben dan pengaruh penurunan kadar Fe air sungai.

## II METODE PENELITIAN

### *Tempat dan Waktu Penelitian*

Lama penelitian ini dilaksanakan 2 bulan. Preparasi zeolit dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Teknik Sipil. Dan pelaksanaan percobaan adsorpsi secara kontinyu dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan.



Gambar 1. Rangkaian Alat Kolom Adsorpsi

### *Alat dan Bahan*

Alat yang digunakan adalah ayakan 6-18 mesh, pH meter, gelas ukur, pipa PVC, *gate valve*, *stop kran*, tandon, kayu, pompa air dan djirigen. Sedangkan bahannya adalah sampel air sungai, zeolit, *Aquadest*, kerikil dan  $\text{HNO}_3$ .

### *Prosedur Penelitian*

#### *Preparasi Zeolit*

Zeolit didapat dari toko perlengkapan *aquatic* yang ada di Banjarbaru, Malang dan Banjarmasin. Zeolit dipecah dan ditumbuk selanjutnya diayak hingga lolos pada ayakan 6-18 mesh. Zeolit yang

telah lolos diayakan 6-18 mesh selanjutnya dicuci dan dikeringkan di dalam ruangan ber-AC (*Air Conditioning*).

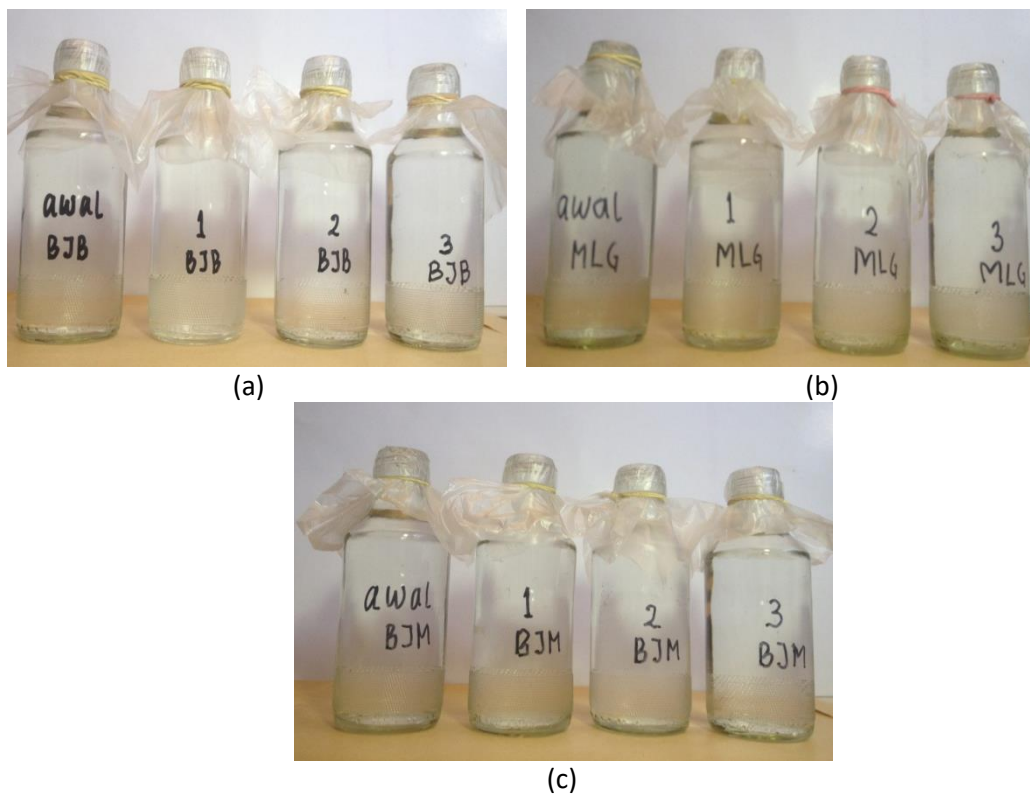
**Pengambilan Sampel Air Sungai (SNI 06-2412-1991)**

Alat yang digunakan berupa djirigen yang dibilas dengan contoh air sampel sebanyak 3 kali. Air diambil sesuai keperluan yang kemudian dilakukan pengawetan dengan  $\text{HNO}_3$  hingga  $\text{pH} < 2$ .

**Adsorpsi Fe Oleh Zeolit dengan Metode Kolom**

Penelitian ini menggunakan proses adsorpsi secara kontinyu dengan variasi jenis zeolit. Kolom adsorpsi terbuat dari pipa PVC berdiameter 2 inch, berukuran tinggi 120 cm dengan ketebalan media 100 cm dan media penyangga 2 cm. Air baku di tampung di bak penampung bawah kemudian dipompa menuju bak penampung atas lalu dialirkan ke kolom zeolit dengan aliran *downflow* secara gravitasi, sehingga terjadi kontak antara adsorben dengan air baku. Pada rangkaian alat dilengkapi dengan pipa pelimpah, hal ini agar tekanan air yang dialirkan ke kolom adsorpsi tetap stabil. Selanjutnya air yang telah melewati kolom zeolit ditampung ke dalam bak penampung yang ada di bawah kolom zeolit. Sedangkan untuk debit pada inlet diukur dengan cara mengatur *gate valve*. Rangkaian alat kolom adsorpsi berdasarkan Gambar 1.

Untuk uji karakterisasi variasi jenis adsorben sebelum dan sesudah dikontakkan dengan air baku diukur menggunakan FTIR, sedangkan untuk uji kadar Fe menggunakan AAS.

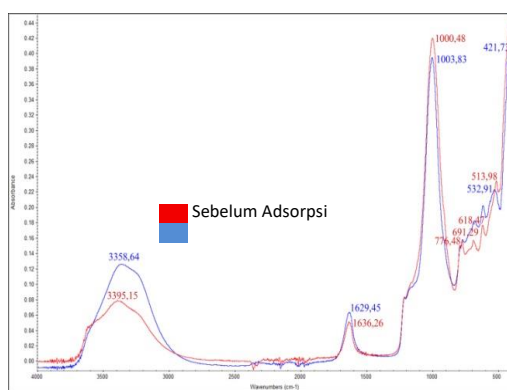


Gambar 2. Sampel Air Baku Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Variasi Jenis Zeolit (a) Banjarbaru, (b) Malang dan (c) Banjarmasin

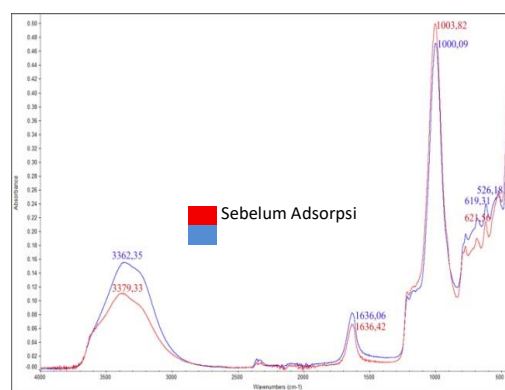
### III HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum air sungai dialirkan ke dalam kolom adsorpsi, terlebih dahulu dilakukan pengukuran sampel sebelum perlakuan. Hasil pengujian kadar Fe sebelum perlakuan pada air sungai ialah 19,27 mg/l. Kadar Fe air sungai telah melebihi baku mutu air bersih dari Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 yang menyatakan bahwa seharusnya kadar Fe di dalam perairan adalah 1,0 mg/l.

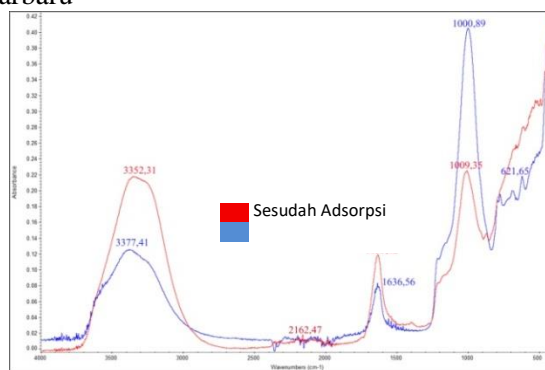
Dari gambar 2 menunjukkan air sungai sebelum dan sesudah melewati kolom zeolit dari Banjarbaru, Malang dan Banjarmasin. Adapun hasil air sebelum dan sesudah perlakuan tetap berwarna jernih.



Gambar 3. Hasil Uji FTIR Zeolit Banjarbaru



Gambar 4. Hasil Uji FTIR Zeolit Malang



Gambar 5. Hasil Uji FTIR Zeolit Banjarmasin

#### Karakterisasi Adsorben

Analisis karakterisasi adsorben dilakukan dengan uji *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Uji FTIR diperlukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam adsorben. Setiap jenis gugus fungsi memiliki bentang angka gelombang tersendiri. Hasil uji FTIR zeolit dari Banjarbaru, Malang dan Banjarmasin sebelum dan sesudah dikontakkan dengan air baku dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5. Dari hasil pengujian FTIR sebelum dan sesudah adsorpsi menunjukkan puncak serapan yang karakteristik. Setelah adsorpsi pada puncak 3395,15  $\text{cm}^{-1}$  terjadi pergeseran menjadi 3358,64  $\text{cm}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan adanya pergeseran serapan disebabkan karena gugus OH berinteraksi dengan Fe. Berdasarkan dari hasil pengujian terlihat sebagian besar puncak tidak mengalami pergeseran terlalu besar. Hal ini membuktikan bahwa yang terjadi adalah adsorpsi

secara fisika, sedangkan adanya penurunan intensitas dengan pergeseran bilangan gelombang mengalami adsorpsi secara kimia (Astuti, 2015).

***Kehilangan Tekanan (Headloss)***

Penurunan dan peningkatan efektifitas suatu filter sangat dipengaruhi oleh kehilangan tekanan (*headloss*) pada kolom adsorpsi. Dari percobaan yang telah dilakukan didapatkan data *headloss* dari variasi waktu pengambilan air pada outlet menggunakan variasi jenis zeolit. Untuk data kondisi operasi hasil penelitian bisa dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan zeolit Banjarbaru, Malang dan Banjarmasin kecepatan aliran berkisar antara 1,760 - 4,39 m/jam. Jika dibandingkan dengan kriteria desain, nilai kecepatan filtrasi ini tidak memenuhi yaitu 10 – 25 m/jam. Hal ini dikarenakan debit inlet yang kecil. Dari hasil penelitian bahwa semakin kecil debit maka headloss yang ditimbulkan juga akan kecil begitu juga sebaliknya, jika debit besar maka headloss yang ditimbulkan juga besar. Menurut Oktiawan (2007), besarnya headloss berbanding lurus dengan debit. Semakin besar debit pengolahan maka semakin besar headlossnya.

**Tabel 1. Kondisi Operasi**

Waktu (menit)	Debit (m <sup>3</sup> /jam)			Kecepatan Aliran (m/jam)			Headdloss (m)		
	Bjb	Mlg	Bjm	Bjb	Mlg	Bjm	Bjb	Mlg	Bjm
<b>30</b>	0.006	0.004	0.009	2.860	2.180	4.390	0.016	0.012	0.025
<b>60</b>	0.005	0.004	0.008	2.520	2.180	4.130	0.014	0.012	0.023
<b>90</b>	0.005	0.004	0.008	2.210	2.170	3.970	0.012	0.012	0.022
<b>120</b>	0.004	0.004	0.008	1.980	2.150	3.750	0.011	0.012	0.021
<b>150</b>	0.004	0.004	0.007	1.760	2.130	3.560	0.010	0.012	0.020

**Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Kadar Fe**

No	Variabel Bebas	Konsentrasi Awal (mg/l)	Pengulangan (mg/l)			
			1	2	3	Rata
1	Zeolit Banjarbaru	19.27	0.31	0.05	-0.06	0.10
2	Zeolit Malang		2.03	0.13	0.26	0.81
3	Zeolit Banjarmasin		0.15	0.78	0.15	0.36

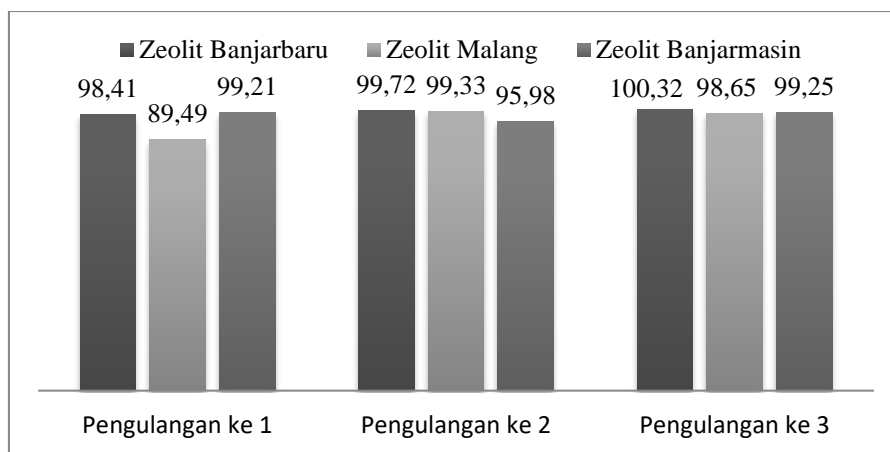
*Sumber : Hasil Penelitian, 2017*

***Pengaruh Jenis Zeolit Terhadap Efisiensi Adsorpsi***

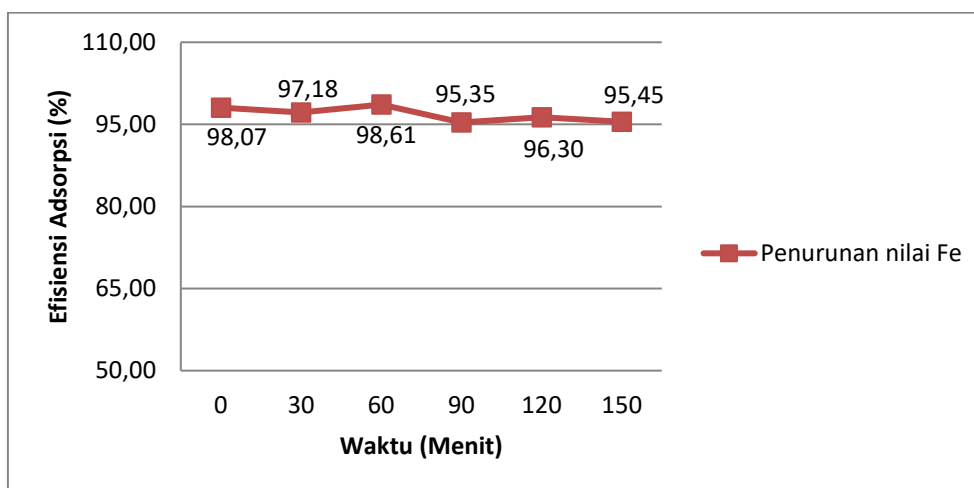
Penelitian kolom adsorpsi ini menggunakan zeolit sebagai adsorben. Proses adsorpsi secara kontinyu ini mengalirkan air baku melalui kolom yang berisi variasi jenis zeolit dengan tiga kali pengulangan. Faktor tersebut menyebabkan penurunan kadar Fe yang berbeda-beda. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2, sebagai berikut;

Berdasarkan hasil penelitian yang dapat dilihat pada tabel 1, menunjukkan penyerapan Fe oleh adsorben secara kontinyu untuk masing-masing jenis zeolit. Hasil data didapat rata-rata pengulangan setiap jenis zeolit Banjarbaru, Malang dan Banjarmasin yaitu, 0.10 mg/lit (99.48%), 0.81 mg/lit (95.83%) dan 0.36 mg/lit (98.15%). Angka tersebut sudah memenuhi baku mutu berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan No. 416/ MENKES/ PER/ IX/ 1990 kadar Fe untuk air bersih maksimal adalah 1 mg/l. Menurut Saryati (2010), efisiensi zeolit tanpa aktivasi dalam penyerapan logam berat Fe dalam air dapat mencapai 80%. Karena zeolit merupakan mineral tektosilikat tersusun dari molekul air dan logam logam alkali sehingga zeolit memiliki muatan negatif pada seluruh permukaan struktur molekulnya. Sedangkan Fe memiliki muatan positif sehingga akan terjadi pertukaran ion.

Dari tabel 2 yang tersaji didapatkan efisiensi adsorpsi dalam menurunkan konsentrasi Fe air sungai. Data pengukuran efisiensi adsorpsi disajikan dalam bentuk diagram untuk mempermudah membandingkan efisiensi adsorpsi kadar Fe pada masing-masing jenis zeolit.



Gambar 6. Pengaruh Jenis Zeolit Terhadap Efisiensi Adsorpsi Fe (%)



Gambar 7. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Fe Setiap 30 Menit Selama 150 Menit

### ***Pengaruh Waktu Kontak Penggunaan Zeolit Terhadap Penurunan Fe***

Berdasarkan hasil uji karakteristik zeolit menggunakan FTIR, zeolit Banjarbaru memiliki gugus fungsi lebih banyak. Hal ini dapat menunjukkan bahwa zeolit Banjarbaru lebih aktif membantu

proses adsorpsi Fe. Dan mampu menurunkan konsentrasi Fe dari 19,27 mg/l menjadi -0,06 mg/l yaitu sebesar 100,32%.

Dari hasil percobaan sebelumnya, zeolit tersebutlah yang akan digunakan dalam penentuan pengaruh waktu kontak adsorpsi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan adsorben untuk menyerap ion Fe secara maksimum sampai tercapai keadaan setimbang. Pengaruh lama waktu kontak dilakukan dengan pengambilan sampel dilakukan setiap 30 menit selama 150 menit. Hubungan antara lama waktu kontak dengan efisiensi penurunan Fe selama 150 menit dapat dilihat pada Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 7 kapasitas adsorpsi Fe pada adsorben optimum terjadi pada menit ke 60 menit, yaitu mencapai 98,61%. Jika dilihat dari Gambar 7, presentase penurunan Fe terlihat naik turun. Hal ini disebabkan karena semakin banyak Fe yang terserap ke dalam permukaan zeolit maka luas permukaan zeolit berkurang yang menyebabkan zeolit tidak mampu mengadsorpsi Fe sehingga Fe yang sudah terikat pada zeolit akan terlepas kembali ke dalam larutan. Seperti yang dikutip oleh Irawan, dkk (2015) Penurunan presentase ion  $Fe^{2+}$  disebabkan oleh semakin banyaknya ion  $Fe^{2+}$  yang terserap dalam adsorben maka akan saling berjejal dan luas permukaan adsorben semakin berkurang yang menyebabkan adsorben tidak mampu mengadsorpsi  $Fe^{2+}$  lagi sehingga ion  $Fe^{2+}$  yang sudah terikat pada adsorben akan terdesorpsi kembali ke dalam larutan.

Dari hasil penelitian untuk *headloss* pada waktu ke 30 hingga 150 menit nilai *headloss* yaitu 1,6 cm hingga 1,0 cm. Setiap 30 menit debit pada outlet nilainya semakin kecil sehingga nilai *headloss* juga semakin kecil, karna semakin besar debit maka akan semakin besar nilai *headloss*. Semakin perlahan sampel air mengalir dalam kolom, semakin efektif penurunan konsentrasi Fe. Berdasarkan penelitian, filtrasi hanya menghasilkan air dengan volume 8,9 liter selama 150 menit. Sementara untuk kuantitas setiap keluarga membutuhkan sekurang-kurangnya 60 liter perhari. Tetapi untuk kualitas terhadap konsentrasi Fe sudah memenuhi baku mutu air bersih.

#### IV KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu;

1. Karakterisasi adsorben terhadap variasi zeolit tidak banyak mengalami pergeseran puncak terlalu besar, hal ini menunjukkan adsorpsi terjadi secara fisika
2. Pengaruh penggunaan jenis zeolit terhadap efisiensi adsorpsi, dengan efisiensi tertinggi sebesar 100,32% atau -0,06 mg/l menggunakan jenis zeolit yang didapat dari Banjarbaru.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, W dan Bayu K. 2015. Adsorpsi  $Pb^{2+}$  Dalam Limbah Cair Artifisial Menggunakan Sistem Adsorpsi Kolom Dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara Serbuk dan Granular. Universitas Negeri Semarang
- Irawan. Candra., Basri Dahlan., Nawang Retno. 2015. Pengaruh Massa Adsorben, Lama Kontak dan Aktivasi Adsorben Menggunakan HCl Terhadap Efektivitas Penurunan Logam Berat (Fe) Dengan Menggunakan Abu Layang Sebagai Adsorben. Jurnal Teknologi Terpadu Vol. 3 No. 2

- Oktiawan, Wiharyanto. Krisbiantoro. 2007. Efektifitas Penurunan Fe<sup>2+</sup> Dengan Unit Saringan Pasir Cepat Media Pasir Aktif. *Jurnal Presipitasi* Vol. 2 No. 1 Maret 2007
- Poerwadio., Andreas Djatmiko, Ali Masduqi. 2004. Penurunan Kadar Besi Oleh Media Zeolit Alam Ponorogo Secara Kontinyu. *Jurnal Purifikasi* Vol. 5 No. 4 Oktober 2004: 169-174
- Rahman., Abdur, Budi Hartono. 2004. Penyaringan Air Tanah Dengan Zeolit Alami Untuk Menurunkan Kadar Besi dan Mangan. *Makara, Kesehatan* Vol. 8 No. 1 Juni 2004: 1-6
- Saryati, Supardi, Supandi S, Rohmad S. 2010. Penghilang Logam Berat Dalam Larutan Dengan Zeolit Alam. *Jurnal Zeolit Indonesia* Vol. 9 No. 1 Mei 2010: 33-39