

# EFEKTIFITAS PENURUNAN $Fe^{2+}$ DENGAN UNIT SARINGAN PASIR CEPAT MEDIA PASIR AKTIF

Wiharyanto Oktiawan<sup>\*)</sup>, Krisbiantoro

## ABSTRACT

The process that happened in decreasing  $Fe^{2+}$  with a rapid sand filter are mechanical straining, sedimentation, adsorbs and an activities of chemical in the water it self. This research uses 2 stages in testing; they are the batch filter and the column filter. On each of the stages we try using activated sand media. This media is known to able to decrease the  $Fe^{2+}$ . The water spring is from the 2<sup>nd</sup> deep well at the Prambanan water treatment facility. The goal from this research is to find the criteria design on surface loading and to find out the effectiveness in reducing  $Fe^{2+}$  that is in the water by using the media of activated sand. From this experiment we found that the maximal filtration speed on activated sand is 12, 85 m/jam. Calculation analysis shows that the removal coefficient of  $Fe^{2+}$  in the batch activated sand filter is  $\lambda_1 = 0,92 \pm 0,16 m^{-1}$  with the average on reducing  $Fe^{2+}$  42,27%.

**Keywords:** rapid sand filter, activated sand, filtration speed, removal coefficient

## PENDAHULUAN

Keberadaan besi terlarut yang tinggi dalam air memberikan permasalahan dalam upaya sistem penyediaan air minum. Permasalahan yang ditimbulkan antara lain adalah:

- Menimbulkan penyumbatan pada pipa:
  - secara langsung oleh deposit yang disebabkan oleh endapan besi
  - secara tidak langsung disebabkan oleh kumpulan bakteri besi yang hidup dalam pipa, karena air yang mengandung besi disukai oleh bakteri besi
- Besi dalam konsentrasi yang besar akan memberikan rasa logam pada air
- Memberikan kenampakan keruh dan berwarna kuning kecoklatan pada air
- Meninggalkan noda pada bak mandi, pakaian yang dicuci oleh air yang mengandung besi

Prinsip penghilangan besi pada prinsipnya adalah proses oksidasi, yaitu menaikkan tingkat oksidasi oleh suatu oksidator dengan tujuan merubah bentuk besi terlarut menjadi bentuk besi tidak terlarut (endapan). Endapan yang terbentuk dihilangkan dengan proses sedimentasi dan filtrasi. (Anonim, 2002)

Terdapat tiga metode yang umum digunakan untuk penyisihan besi dan mangan:

1. presipitasi dan filtrasi
2. ion exchange,

3. stabilisasi dengan zat pendispersi. Disamping itu juga bisa menggunakan saringan pasir aktif, dimana pasir aktif selain berfungsi sebagai media penyaring, juga berfungsi sebagai oksidator karena permukaan dilapisi zat aktif ( $MnO_2$ ) sebagai oksidan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain kriteria *surface loading* serta untuk mengetahui tingkat efektifitas penurunan  $Fe^{2+}$  dengan menggunakan media pasir aktif.

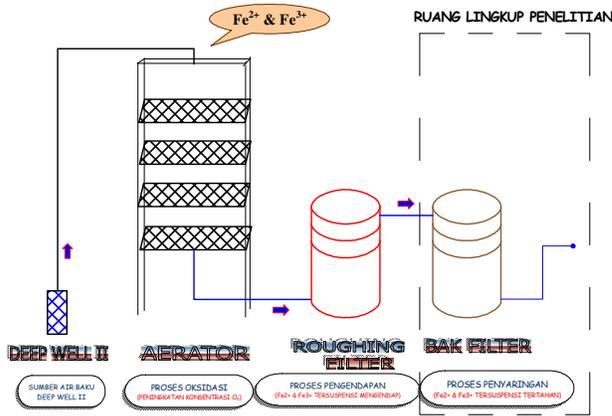
## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan, yang pertama adalah percobaan kolom filter untuk mencari nilai *surface loading* dari masing-masing filter dan tahap kedua adalah percobaan pada bak filter.

Pengujian yang dilakukan pada kolom filter pasir aktif yaitu dengan mengalirkan air dari sumur dalam ke aerator, kemudian air dari aerator masuk ke bak roughing filter. Dari bak roughing filter air alirkan ke kolom filter. Variabel-variabel dalam kolom filter adalah:

- variabel bebas: debit ( $m^3/det$ )
- variabel terikat: headloss (m)
- variabel tetap : ketebalan media filter (m)

<sup>\*)</sup> Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang



Porositas	0,4125
Bulk Density	1,64 gr/ml
SG	2,79 gr/ml
faktor bentuk	7,5
ψ	0,8

### 3. Desain Kriteria Kolom Filter Pasir Aktif

Tipe kolom filtrasi yang dirancang dalam penelitian ini adalah saringan pasir cepat media pasir aktif dengan aliran dari atas ke bawah (*downflow*). Desain unit kolom *filter* untuk penentuan besarnya nilai *headloss* dan *surface loading* adalah sebagai berikut:

**Gambar 1. Skema Alat Penelitian**

Variabel-variabel yang diuji dalam bak filter pasir aktif adalah sebagai berikut:

- Variabel bebas: debit, lama operasional filter, konsentrasi
- Variabel terikat: konsentrasi Fe<sup>2+</sup><sub>outlet</sub>, headloss
- Variabel tetap: ketebalan media filter
- Variabel kontrol: suhu, pH

**Tabel 1. Desain Kriteria Kolom Filter Pasir Aktif**

Type filtrasi	Single media, declining rate constant level
Laju Filtrasi	4-12 m/jam
Ketinggian media filter	60 cm
ES	0,8 mm
UC	=-1,7
Backwash media	Pompa
Underdrain	Grid pipe
Ketinggian media gravel	10 cm
Ø gravel	0,5-1 cm
Ø kolom filter	4 inch

Sumber: Huisman, 1974

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis Air Baku

Hasil pengukuran kualitas air baku menunjukkan bahwa konsentrasi Fe<sup>2+</sup> dari deep well II IPA Prambanan memiliki konsentrasi 2.65-2.80 mg/l. Air sumur dalam tersebut memiliki konsentrasi besi yang tinggi. Baku mutu air minum untuk konsentrasi besi adalah 0.3 mg/l (KEPMENKES No. 907, 2002). Keberadaan Fe<sup>2+</sup> yang melebihi ambang batas standar air bersih dan air minum ini menyebabkan warna keruh, bau amis, perubahan rasa (Anonim, 2002).

### 2. Analisis Media

Data dari pasir aktif yang diperoleh dari analisis ayakan dan analisis butiran memberikan hasil:

Porositas	0,397
Bulk Density	1,425 gr/ml
SG	2,363184
e (angka pori)	0,658375
S (faktor bentuk)	7,1
ψ (sphericity)	0,85

Dan untuk media gravel sebagai penyangga media filter adalah:

Debit rencana untuk kolom pasir aktif sama dengan debit rencana pada kolom *filter* pasir Laut pantai Ngrenehan yaitu 8,72-26,17 ml/det (Huisman, 1974).

### 4. Pengaruh Debit terhadap Headloss pada Kolom Filter Pasir Aktif

Dari percobaan yang telah dilakukan didapatkan data *headloss filter* dari variasi debit. Besarnya *headloss* berbanding lurus dengan debit. Hal ini dibuktikan pada hasil penelitian sebagaimana yang tampak pada Tabel 1 dimana semakin besar debit pengolahan maka semakin besar headlossnya.

**Tabel 2. Debit dan Headloss pada Kolom Filter Pasir Aktif**

Debit ml/det	Headloss cm
0,00	0,0
9,22	18,0
10,17	24,1
11,90	35,0
14,93	39,2
18,62	44,0
21,22	47,2
23,26	57,2
24,74	63,0
27,26	67,4
28,02	74,0

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar debit maka *headloss* yang ditimbulkannya juga semakin besar. Hubungan antara debit terhadap *headloss* mempunyai kecenderungan persamaan garis lurus  $y=2,537x + 1,0253$  dengan korelasi 0,9774. Pada percobaan ini range desain kecepatan filtrasi adalah 4-12 m/det. Debit dengan kecepatan filtrasi 4-12 m/jam pada kolom *filter* berdiameter 4 inchi adalah: 8,72 ml/det. Dengan debit minimal pada desain kriteria kolom *filter* adalah 8,72 ml/det dan debit maksimal pada desain kolom *filter* adalah 26,17 ml/det didapat persamaan garis lurus  $y=2,537x + 1,0253$  maka besarnya *headloss* yang terjadi adalah:

hL min = 23,15 cm  
hL max = 67,42 cm

**5. Headloss dalam Bak Filter Pasir Aktif - Headloss media filter pasir aktif**

*Headloss* yang terjadi pada media *filter* pasir aktif dengan kecepatan *filter* rencana sama dengan *headloss* pada kolom *filter* yaitu *headloss* minimal dengan kecepatan *filter* 4 m/jam = 0,2256 m dan *headloss* maksimal dengan kecepatan 12 m/jam = 0,812 m.

**- Headloss Gravel**

Diameter dan ketebalan media penyangga yang digunakan untuk pasir laut pantai Ngrenehan dan pasir aktif adalah sama, sehingga keduanya memiliki *headloss* yang sama saat kecepatan yang melalui media penyangga tersebut sama. Sehingga untuk kecepatan filtrasi rencana 4-12 m/jam *headloss* yang terjadi adalah sebesar  $6,39 \cdot 10^{-4}$  m -  $2,95 \cdot 10^{-3}$  m.

**- Headloss underdrain**

Sistem *underdrain* yang digunakan dalam sistem filtrasi ini adalah dengan

menggunakan sistem *grid pipe* dengan spesifikasi seperti berikut:

- panjang pipa = 60 cm
- Ø pipa = 1 inchi ≈ 2,54 cm
- jumlah *orifice* = 50 buah
- Ø *orifice* = 0,6 cm

Debit setiap *orifice* pada kecepatan filtrasi minimal adalah sama dengan debit *outlet* pada *q orifice inlet* yaitu  $6,28 \cdot 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/det. Besarnya *headloss* pada debit tersebut adalah:  $8,41 \cdot 10^{-3}$  m, sedangkan untuk *headloss* pada kecepatan maksimal filtrasi adalah: 0,025 m

**6. Efisiensi Penyisihan Fe<sup>2+</sup> Bak Filter Pasir Aktif**

Besarnya penyisihan Fe<sup>2+</sup> adalah selisih konsentrasi Fe<sup>2+</sup> *inlet* dan *outlet* bak *filter*. Dari percobaan yang telah dilakukan, satu kali variasi debit yang dilakukan pencatatan besarnya penurunan debit untuk kedua bak. Konsentrasi *inlet* kedua bak adalah sama karena berasal dari *outlet roughing filter* yang sama. Untuk harga penyisihan Fe<sup>2+</sup> bak *filter* pasir aktif disajikan dalam Tabel 3, rata-rata harga penyisihan Fe<sup>2+</sup> adalah 43.71%.

**Tabel 3. Persentase Penyisihan Fe<sup>2+</sup> pada Bak Filter Pasir Aktif Berdasarkan Variasi Debit Konsentrasi dan Waktu**

	Q <sub>rerata</sub> ml/detik	T Jam	Fe <sup>2+</sup> <sub>in</sub> mg/liter	Fe <sup>2+</sup> <sub>out</sub> mg/liter	Fe <sup>2+</sup> <sub>out</sub> /Fe <sup>2+</sup> <sub>in</sub>	% penyisihan	
Variasi Konsentrasi	1	89.04	19	1.43	0.67	0.47	0.53
		104.89	12	1.43	0.71	0.50	0.50
	2	80.83	19	1.36	0.70	0.52	0.48
		88.55	19	0.97	0.61	0.63	0.37
	3	69.69	25	0.95	0.58	0.61	0.39
		111.70	13	1.06	0.66	0.62	0.38
	4	77.60	21	0.62	0.37	0.60	0.40
		85.55	19	0.63	0.39	0.61	0.39
	Jumlah			10.41	5.86		
	Rerata			0.87	0.49		
	Rerata Penyisihan			43.7080%			

**7. Koefisien Bak Filter Pasir Aktif**

Koefisien filtrasi ( $\lambda$ ) merupakan konstanta dari besarnya penyisihan dari *impurities*, semakin besar harga konstantan  $\lambda$  maka semakin besar pula penyisihan terhadap *impurities* yang akan dihilangkan (diturunkan) konsentrasinya (Huisman, 1974). Untuk mengetahui harga konstanta *filter* ( $\lambda$ ) untuk penyisihan Fe<sup>2+</sup> maka perlu diketahui konsentrasi *inlet* dan

outlet filter dan ketebalan media filter. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan telah dilakukan variasi debit dan konsentrasi. Variasi konsentrasi dilakukan dengan merubah jumlah tray sehingga konsentrasi yang masuk pada filter akan berbeda. Sedangkan untuk variasi debit dilakukan dengan pengaturan valve. Koefisien filter yang didapatkan pada kedua filter adalah berasal dari proses filtrasi dalam running filter yang bersamaan sehingga kualitas air yang dilewatkan pada masing-masing filter adalah sama.

Setiap variasi konsentrasi yang dilakukan diujikan sampai filter sudah menunjukkan adanya headloss yang diakibatkan adanya materi tersuspensi yang tertahan pada media filter sehingga mengakibatkan permukaan muka air meningkat. Peningkatan ini dihentikan pada saat tinggi muka air pada bak sudah mencapai ketinggian 100 cm (30 cm dari media filter). Perlakuan yang sama untuk tiap variasi debit dan konsentrasi.

Harga konstanta untuk percobaan dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, dan 4 serta berdasarkan pada variasi debit didapatkan perbandingan antara konsentrasi inlet filter dengan konsentrasi Fe<sup>2+</sup> outlet filter, harga perbandingan ini digunakan untuk menentukan besarnya nilai koefisien filtrasi yang disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. Koefisien Filter Pasir Aktif

	Jumlah Pengulangan	Q <sub>rerata</sub>	C/C <sub>0</sub>	λ
		ml/det	mg/liter	m <sup>-1</sup>
KONSENTRASI 1	1	85.55	0.47	1.27
	2	101.80	0.50	1.17
	3	78.28	0.52	1.10
KONSENTRASI 2	1	85.52	0.63	0.78
	2	65.38	0.61	0.82
	3	109.83	0.62	0.79
KONSENTRASI 3	1	76.27	0.60	0.85
	2	83.81	0.61	0.83
	3	104.47	0.61	0.84
KONSENTRASI 4	1	63.60	0.60	0.86
	2	97.14	0.59	0.88
	3	85.29	0.60	0.87
Jumlah	12	1036.94	6.96	11.05
Rerata		86.41	0.58	0.92
S		14.67	0.05	0.16

Pada hasil percobaan dan perhitungan yang ditampilkan pada tabel 4 bahwa debit tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap besarnya nilai konstanta filtrasi namun yang berpengaruh disini adalah besarnya nilai penyisihan Fe<sup>2+</sup> dan diperoleh rata-rata λ=0,92±0,16 m<sup>-1</sup>.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian efektifitas penurunan Fe<sup>2+</sup> dengan sistem filtrasi pasir cepat media pasir aktif dengan sumber air baku diambil dari deep well II IPA PDAM Prambanan Klaten adalah sebagai berikut:

1. Desain kriteria untuk saringan pasir cepat dengan media pasir aktif untuk ketebalan media 60 cm dan lapisan penyangga 20 cm adalah ukuran efektif pasir (ES) 0.55 mm, ukuran keseragaman pasir (UC) 1.31 mm, SG 2.36 gr/ml, porositas 39.70 % dan kecepatan filtrasi maksimal (v) 12.85 m/jam.
2. Saringan pasir cepat dengan menggunakan media pasir aktif dapat diterapkan sebagai unit pengolah air minum karena dapat menurunkan Fe<sup>2+</sup> dari konsentrasi rata-rata 0,87 mg/liter menjadi 0,49 mg/lit.
3. Rata-rata Besarnya penurunan konsentrasi Fe<sup>2+</sup> untuk filter media pasir pasir aktif berdasarkan variasi konsentrasi, debit dan waktu adalah 43,71% (λ<sub>2</sub>=0,92±0,16 m<sup>-1</sup>).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Atas selesainya penelitian ini, penulis ucapkan terima kasih kepada Almarhum Bu Widiastuti yang telah ikut memberi masukan dan saran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. and Al-Layla, M Anis. 2002. *Water Supply Engineering Design*. Mann Arbor Science Publisher. Amerika.
- Anonim. 1990. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia N0.20.
- Anonim. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/ SKVII/2002.
- Fair, Geyer, Okun. 1967. *Water and Wastewater Engineering*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Huisman. 1974. *Rapid Filtration*. Delf University of Technology.
- Kawamura, S. 1991. *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. John Wiley and Sons Inc. New York.