

PENGARUH VARIASI KETEBALAN MEDIA FILTRASI SISTEM UP-FLOW TERHADAP KADAR Fe, Mn DAN KEKERUHAN AIR SUMUR GALI DI RT 08 RW 02, NGAMPILAN, KOTA YOGYAKARTA

Habibah Nur Rahmatika*, Purwanto**, Narto**

* JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi No. 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293
email: habibahnur.rahmatika@gmail.com

** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Abstract

Water is the most important substance for life. Clean water should comply health requirements both in terms of the quality and the quantity. Clean water has to fulfill the quality regulated by the Ministry of Health's decree No. 416 in 1990 about physical, chemical, microbiological and radioactivity conditions. Some chemical and physical requirements for clean water are: the maximum thresholds for: Fe concentration 1 mg/l, Mn concentration 0,5 mg/l and turbidity 25 NTU. A preliminary study conducted at RT 08 RW 02, in Ngampilan of Yogyakarta City, found that a dig well water there was containing Fe of 4,8 mg/l, Mn of 0,6 mg/l and turbidity of 2185 NTU, which were exceeding the permitted limits. The study was aimed to know the influence of variations in the thickness of filtration media, i.e. quartz sand, activated charcoal and zeolite with up-flow system for the concentration reduction of Fe, Mn and turbidity in that area. There were three thickness variations used in the study, namely: Filter A (10 cm, 20 cm and 50 cm), Filter B (20 cm, 20 cm and 40 cm) and Filter C (30 cm, 30 cm and 20 cm), and an experiment with pre-test post-test with control group design were conducted with five replications. The study data were analysed by one way anova and LSD tests at 0,05 significance level. The results showed that Filter B which consisted of 20 cm quartz sand, 20 cm activated charcoal, and 40 cm zeolite, was the most effective filter that was able to reduce 82,12 % Fe, 73 % Mn and 63,6 % turbidity.

Keywords : dig well water, Fe concentration, Mn concentration, turbidity, up-flow system filtration, quartz sand, activated charcoal, zeolite

Intisari

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan. Air bersih harus dapat memenuhi syarat-syarat kesehatan secara kualitas maupun kuantitas. Secara kualitas, air bersih harus memenuhi persyaratan yang diatur oleh Permenkes RI No. 416 tahun 1990 tentang syarat fisik, kimia, mikrobiologi dan radioaktif. Persyaratan kimia dan fisik untuk air bersih antara lain batas maksimal kadar Fe 1 mg/l, kadar Mn 0,5 mg/l dan Kekeruhan 25 NTU. Berdasarkan uji pendahuluan terhadap air sumur gali di RT 08 RW 02, Ngampilan, Kota Yogyakarta, terukur kadar Fe sebesar 4,8 mg/l, kadar Mn 0,6 mg/l dan Kekeruhan 2185 NTU, yang berarti melebihi batas yang dipersyaratkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ketebalan media filtrasi pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit dengan sistem up-flow terhadap penurunan kadar Fe, Mn dan kekeruhan di lokasi di atas. Ada tiga variasi ketebalan filtrasi yang digunakan, yaitu: Filter A (10 cm, 20 cm dan 50 cm), Filter B (20 cm, 20 cm dan 40 cm) dan Filter C (30 cm, 30 cm dan 20 cm). Metoda penelitian yang dilakukan adalah eksperimen dengan desain pre-test post-test with control group dengan lima kali ulangan. Data penelitian diuji dengan one way anova dan LSD pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Filter B, yaitu ketebalan pasir kuarsa 20 cm, arang aktif 20 cm dan zeolit 40 cm adalah yang paling efektif, dengan presentase penurunan kadar Fe sebesar 82,12 %, kadar Mn sebesar 73 % dan kadar kekeruhan sebesar 63,6 %.

Kata Kunci : air sumur gali, kadar besi, kadar mangan, kekeruhan, filtrasi sistem up-flow pasir kuarsa, arang aktif, zeolit

PENDAHULUAN

Air merupakan senyawa kimia yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian tubuh kita terdiri dari air dan tidak seorang

pun dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air¹⁾.

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang ter-

batas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat. Air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari, secara umum harus memenuhi syarat-syarat kesehatan baik ditinjau dari segi kualitas maupun kuantitasnya²⁾.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih, mengatur pengamanan air bersih dengan menetapkan standar kualitas, yaitu secara fisik bebas dari warna, bau, kekeruhan dan rasa, bebas dari bahan kimia berbahaya, serta bebas dari sinar radioaktif maupun bakteriologis (mikroorganisme patogen).

Salah satu penyebab utama rendahnya kualitas air bersih adalah keberadaan besi (Fe), mangan (Mn) dan kekeruhan yang tinggi sehingga dapat menimbulkan perubahan secara fisik dan kimia pada air. Konsentrasi maksimal Fe sesuai Permenkes di atas adalah 1 mg/l, mangan (Mn) sebesar 0,5 mg/l, dan kekeruhan adalah 25 NTU³⁾.

Keberadaan besi dan mangan dalam air bersifat terlarut, menyebabkan air menjadi berwarna kuning kecokelatan dan dapat menimbulkan bau amis serta membentuk lapisan dipermukaan seperti minyak. Air yang mengandung besi sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga, karena dapat menimbulkan bekas karat pada pakaian, porselin dan alat-alat lainnya serta menyebabkan rasa air minum menjadi tidak enak⁴⁾.

Pada tanggal 5-7 Februari 2014, dilakukan pemeriksaan air sumur gali yang berada di RT 08 RW 02 Ngampilan, Kota Yogyakarta untuk diketahui kualitasnya baik dari segi fisik maupun parameter kimianya. Hasil pemeriksaan untuk parameter fisik berupa kekeruhan, angkanya sebesar 2185 NTU; sedangkan untuk parameter kimia, kadar Fe sebesar 3,8 mg/l dan kadar Mn 0,6 mg/l. Hasil pemeriksaan ini jelas melebihi batas persyaratan yang diatur oleh Permenkes No. 416 di atas.

Terhadap masalah kadar Fe, Mn dan kekeruhan yang tinggi pada air sumur gali yang tidak memenuhi standar tersebut, perlu dilakukan upaya untuk

menurunkannya agar layak untuk digunakan. Salah satu cara untuk menurunkan kadar Fe, Mn dan kekeruhan air sumur gali adalah dengan melakukan pengolahan secara filtrasi dengan sistem *up-flow* menggunakan beberapa media filtrasi, diantaranya yaitu pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit. Untuk mengetahui efektifitas dari model filtrasi ini, variasi ketebalan dari material-material penyaring tersebut dapat dan perlu diatur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ketebalan media filtrasi pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit dengan sistem *up flow* terhadap penurunan kadar Fe, Mn dan kekeruhan dari air sumur gali.

METODA

Penelitian ini menggunakan metoda eksperimen dengan desain *pre-test post-test with control group*⁵⁾. Obyek penelitian adalah air sumur gali yang berada di RT 08 RW 02 Kelurahan Ngampilan, Kota Yogyakarta. Sebagai sampel adalah sebagian air sumur gali yang diambil dari sumur Ibu Dafid di RT tersebut, yaitu sebanyak 78 liter untuk setiap satu kali pengolahan. Pengulangan dilakukan sebanyak lima kali⁶⁾. Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan metoda *grab sampling*.

Sebagai variabel bebas penelitian adalah variasi ketebalan media filtrasi pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit, dan variabel terikat yang diamati adalah penurunan kadar Fe, Mn dan kekeruhan.

Alat yang digunakan adalah sebuah rangkaian filtrasi sistem *up-flow* yang menggunakan variasi ketebalan media filter pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit diantara penyangga kerikil yang berketebalan masing-masing 5 cm.

Filter A menggunakan pasir kuarsa setebal 10 cm, arang aktif 20 cm dan zeolit 50 cm. Filter B menggunakan pasir kuarsa setebal 20 cm, arang aktif 20 cm dan zeolit 40 cm, dan Filter C menggunakan pasir kuarsa setebal 30 cm, arang aktif 30 cm dan zeolit 20 cm. Media-media filtrasi tersebut disusun di dalam pipa PVC berukuran 4 inchi dengan

menggunakan penyekat kain kasa di antara media-mediannya. Sementara itu untuk kontrol, yang digunakan adalah pasir dengan ketebalan 80 cm yang dimasukkan ke dalam pipa PVC yang berukuran sama.

Tahapan penelitian meliputi persiapan dan pelaksanaan. Tahap persiapan terdiri dari pengurusan izin lokasi serta persiapan alat dan bahan-bahan yang diperlukan. Adapun di tahap pelaksanaan, yang dilakukan adalah: 1) pembuatan bak reservoir yang terbuat dari ember dengan volume 80 liter dan dilengkapi kran; 2) pembuatan filter pengolahan dari PVC yang berukuran 4 inchi dengan ketinggian 100 cm sebanyak 4 tabung; 3) pemasangan kran pada masing-masing tabung filter; 4) pengaturan debit sebesar 390 ml/menit pada tiap-tiap filter; 5) pengambilan sampel untuk data *pre-test* sebanyak 500 ml dari tiap-tiap stop kran; 6) pengisian semua pipa filter pengolahan dengan variasi ketebalan media filter masing-masing yang sudah ditentukan; 7) pengaturan debit sebesar 390 ml/menit pada kran yang menuju filter dengan waktu kontak 20 menit; 8) pengaliran air sampel dari bak reservoir ke dalam filter dengan menggunakan sistem aliran dari bawah ke atas (*up flow*) dengan debit sesuai pengaliran; 9) pengambilan sampel sebanyak 500 ml dari tiap-tiap kran *outlet* filter; 10) pemeriksaan kadar Fe, Mn dan kekeruhan sebagai data *post test*; dan 11) melakukan replikasi atau pengulangan penelitian sebanyak lima kali ⁷⁾.

Data yang diperoleh dalam penelitian dianalisis secara deskriptif dan analitik. Secara deskriptif, data yang didapat dimasukkan ke dalam tabel dan dihitung selisih/penurunan untuk masing-masing parameter antara sebelum dan sesudah dilakukan intervensi, baik di kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol.

Adapun secara analitik, data dianalisis dengan uji statistik anova satu jalan untuk mengetahui apakah perbedaan yang dihasilkan oleh ketiga jenis filter signifikan atau tidak. Namun, sebelumnya terhadap data hasil penelitian ter-

sebut, terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk mengetahui normalitas distribusi datanya. Untuk mengetahui variasi ketebalan pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit yang paling efektif, setelah diuji dengan anova satu jalan, pengujian dilanjutkan dengan uji LSD. Seluruh uji statistik dilakukan pada derajat kepercayaan 95 % dan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS.

HASIL

Kadar Besi (Fe)

Tabel 1.
Hasil pemeriksaan kadar Fe air sumur gali kelompok kontrol

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			mg/L	%
1	5,0	2,0	3,0	60
2	5,0	2,0	3,0	60
3	4,8	1,8	3,0	62,5
4	4,8	1,8	3,0	62,5
5	4,8	1,8	3,0	62,5
Jumlah	24,4	9,4	15,0	307,5
Rata-rata	4,88	1,88	3,00	61,5

Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa pada kelompok kontrol, dari lima kali ulangan, rata-rata kadar Fe dari 4,88 mg/l berkurang menjadi 1,88 mg/l, atau ada penurunan dengan rata-rata sebesar 3,00 mg/l atau 61,5 %. Persentase penurunan kadar Fe tertinggi terjadi pada ulangan ke-3 sampai ke-5 yaitu sebesar 62,5 %, dan persentase terendah terjadi pada ulangan pertama dan kedua yaitu 60 %.

Data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa di Filter A yang menggunakan media pasir kuarsa 10 cm, arang aktif 20 cm dan zeolit 50 cm terjadi penurunan rata-rata kadar Fe dari 4,84 mg/l menjadi 0,96 mg/l, dengan rata-rata selisih sebesar 3,88 mg/l atau 80,2 %. Persentase penurunan kadar Fe tertinggi terjadi pada ulangan ke-4 yaitu 83,3 % dan terendah terjadi pada ulangan pertama, yaitu 76 %.

Tabel 2.
Hasil pemeriksaan kadar Fe air sumur gali kelompok perlakuan Filter A

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			mg/L	%
1	5,0	1,2	3,8	76
2	5,0	1,0	4,0	80
3	4,8	1,0	3,8	79,1
4	4,8	0,8	4,0	83,3
5	4,6	0,8	3,8	82,6
Jumlah	24,2	4,8	19,4	401
Rata-rata	4,84	0,96	3,88	80,2

Tabel 3.
Hasil pemeriksaan kadar Fe air sumur gali kelompok perlakuan Filter B

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			mg/L	%
1	5,0	1,0	4,0	80
2	5,0	0,8	4,2	84
3	4,8	0,8	4,0	83,3
4	4,8	0,8	4,0	83,3
5	5,0	1,0	4,0	80
Jumlah	24,6	4,4	20,2	410,6
Rata-rata	4,92	0,88	4,04	82,12

Tabel 4.
Hasil pemeriksaan kadar Fe air sumur gali kelompok perlakuan Filter C

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			mg/L	%
1	5,0	1,2	3,8	76
2	5,0	1,2	3,8	76
3	4,8	1,2	3,6	75
4	4,6	1,0	3,6	78,2
5	4,6	1,0	3,6	78,2
Jumlah	24	5,6	18,4	383,4
Rata-rata	4,8	1,12	3,68	76,68

Berdasarkan data yang disajikan oleh Tabel 3, dapat diketahui bahwa dengan menggunakan media pasir kuarsa 20 cm, arang aktif 20 cm dan zeolit 40

cm, Filter B menurunkan kadar Fe dari rerata 4,92 mg/l menjadi 0,88 mg/l, atau terjadi penurunan dengan rata-rata sebesar 4,04 mg/l atau 82,12 %. Persentase penurunan yang tertinggi terlihat pada ulangan ke-2 yaitu sebesar 84 %, sementara yang terendah terjadi pada ulangan pertama dan ke-5 yaitu sebesar 80 %.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa dengan menggunakan media pasir kuarsa 30 cm, arang aktif 30 cm dan zeolit 20 cm (Filter C), terjadi penurunan kadar Fe dari rata-rata 4,8 mg/l menjadi 1,12 mg/l; atau ada rata-rata selisih sebesar 3,68 mg/ atau 76,68 %. Persentase penurunan kadar Fe tertinggi ada pada ulangan ke-4 dan ke-5 yaitu 78,2 % dan persentase terendah dijumpai pada ulangan ke-3 yaitu 75 %.

Tabel 5.
Selisih kadar Fe kelompok perlakuan dikurangi dengan selisih kadar Fe kelompok kontrol

Ulangan ke	Selisih kadar Fe dengan kelompok kontrol					
	Filter A		Filter B		Filter C	
	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	0,8	21	1,0	25	0,8	21
2	1,0	25	1,2	28,5	0,8	21
3	0,8	21	1,0	25	0,6	16,7
4	1,0	25	1,0	25	0,6	16,7
5	0,8	21	1,0	23,8	0,6	16,7
Σ	4,4	113	5,2	127,3	3,4	92,1
X	0,88	22,6	1,04	25,46	0,68	18,42

Tabel 5 memperlihatkan bahwa persentase penurunan kadar Fe pada masing-masing variasi ketebalan filtrasi setelah dikurangi dengan penurunan yang juga terjadi pada kelompok kontrol, menunjukkan adanya perbedaan.

Persentase selisih kadar Fe tertinggi terjadi pada Filter B yaitu sebesar 25,46 %, dan yang terendah dijumpai di Filter C yaitu sebesar 18,42 %. Secara deskriptif terlihat bahwa kadar Fe antara sebelum dan sesudah pengolahan dengan ketiga media filtrasi, mengalami penurunan yang berbeda-beda.

Kadar Mangan (Mn)

Tabel 6.
Hasil pemeriksaan kadar Mn air sumur gali kelompok kontrol

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			mg/L	%
1	1,0	0,9	0,1	10
2	1,0	0,8	0,2	20
3	1,0	0,8	0,2	20
4	1,0	0,8	0,2	20
5	0,8	0,7	0,1	12,5
Jumlah	4,8	4,0	0,8	82,5
Rata-rata	0,96	0,8	0,16	16,5

Tabel 7.
Hasil pemeriksaan kadar Mn air sumur gali kelompok perlakuan Filter A

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			mg/L	%
1	1,0	0,4	0,6	60
2	1,0	0,5	0,5	50
3	0,8	0,3	0,5	62,5
4	1,0	0,4	0,6	60
5	0,8	0,3	0,5	62,5
Jumlah	4,6	1,9	2,7	295
Rata-rata	0,92	0,38	0,54	59

Berdasarkan data pada Tabel 6, dapat diketahui bahwa dari lima kali ulangan di kelompok kontrol, kadar Mn mengalami penurunan dari rata-rata 0,96 mg/l menjadi 0,8 mg/l, atau berarti ada selisih dengan rerata sebesar 0,16 mg/l atau 16,5 %. Persentase penurunan kadar Mn tertinggi terjadi pada ulangan ke-4 dan ke-5 yaitu 12,5 % sedangkan yang terendah ada pada ulangan pertama, yaitu 10 %.

Data di Tabel 7 menjelaskan bahwa dengan menggunakan media pasir kuarsa setebal 10 cm, arang aktif 20 cm dan zeolit 50 cm, Filter A mampu menurunkan kadar Mn dari rerata 0,92 mg/l menjadi 0,38 mg/l, atau berkurang sebanyak 0,54 mg/l, secara rata-rata; atau dengan persentase adalah sebesar 59 %. Per-

sentase penurunan kadar Mn tertinggi ditemukan pada ulangan ke-3 dan ke-5 yaitu 62,5 % dan persentase terendah terjadi pada ulangan ke-2, yaitu sebesar 50 %.

Tabel 8.
Hasil pemeriksaan kadar Mn air sumur gali kelompok perlakuan Filter B

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			mg/L	%
1	1,2	0,3	0,9	75
2	1,0	0,2	0,8	80
3	1,0	0,2	0,8	80
4	1,0	0,4	0,6	60
5	1,0	0,3	0,7	70
Jumlah	5,2	1,4	3,8	365
Rata-rata	1,04	0,28	0,76	73

Tabel 9.
Hasil pemeriksaan kadar Mn air sumur gali kelompok perlakuan Filter C

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			mg/L	%
1	1,0	0,6	0,4	40
2	1,0	0,5	0,5	50
3	1,0	0,5	0,5	50
4	0,8	0,4	0,4	50
5	1,0	0,6	0,4	40
Jumlah	4,8	2,6	2,2	230
Rata-rata	0,96	0,52	0,44	46

Selanjutnya, Tabel 8 menggambarkan bahwa media pasir kuarsa 20 cm, arang aktif 20 cm dan zeolit 40 cm pada Filter B dapat menurunkan kadar Mn dari rata-rata 1,04 mg/l menjadi 0,28 mg/l, atau berarti ada rata-rata penurunan sebesar 0,76 mg/l atau 73 %. Persentase penurunan tertinggi terjadi pada ulangan yang ke-2 dan ke-3 yaitu sebesar 80 %, sedangkan yang terendah, diperoleh pada ulangan ke-4 dengan 60 %.

Tabel 9 menyajikan data bahwa Filter C yang menggunakan media pasir kuarsa 30 cm, arang aktif 30 cm dan zeolit 20 cm, mampu menurunkan kadar

Mn pada air sumur gali sebesar 0,44 mg/l secara rata-rata atau 46 %, yaitu dari rerata 0,96 mg/l menjadi 0,52 mg/l. Persentase penurunan kadar Mn tertinggi ada pada ulangan ke-2 hingga ke-4 yaitu sebesar 50 % dan yang terendah, yaitu 40 %, terjadi pada ulangan pertama dan ke-5.

Tabel 10.
Selisih kadar Mn kelompok perlakuan dikurangi dengan selisih kadar Mn kelompok kontrol

Ulangan ke	Selisih kadar Mn dengan kelompok kontrol					
	Filter A		Filter B		Filter C	
	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	0,5	83,4	0,7	77,8	0,3	75
2	0,3	60	0,6	75	0,3	60
3	0,3	60	0,6	75	0,3	60
4	0,4	66,7	0,5	83,4	0,2	50
5	0,4	80	0,6	85,7	0,3	75
Σ	1,9	350,1	3,0	396,9	1,4	320
X	0,38	70,02	0,6	79,38	0,28	64

Tabel 10 menunjukkan bahwa persentase penurunan kadar Mn pada masing-masing variasi ketebalan filtrasi setelah dikurangi dengan hasil penurunan pada kontrol menunjukkan adanya perbedaan. Persentase selisih kadar Mn paling tinggi dihasilkan oleh Filter B dengan 79,38 %, dan yang terendah oleh Filter C dengan 64 %. Secara deskriptif terlihat jelas bahwa kadar Mn mengalami penurunan yang berbeda-beda.

Kadar Kekeruhan

Berdasarkan data pada Tabel 11, dapat diketahui bahwa dari lima kali ulangan di kelompok kontrol, kekeruhan air sumur gali turun dari rerata 57,98 NTU menjadi 31,24 NTU, atau mengalami penurunan sebesar 26,74 NTU secara rerata, atau 46,08 %. Persentase penurunan kekeruhan yang tertinggi, yaitu 47,5 %, diperoleh pada ulangan ke-2 sedang yang terendah ada pada ulangan ke-5 dengan 44,4 %.

Sementara itu, berdasarkan Tabel 12 berikut, diketahui bahwa penggunaan media pasir kuarsa 10 cm, arang aktif 20

cm dan zeolit 50 cm pada Filter A mampu menurunkan kekeruhan dari rerata 57,36 NTU menjadi 27,14 NTU, atau turun sebanyak 30,22 NTU atau 52,64 %. Penurunan tertinggi terjadi pada ulangan ke-4 dengan 57,3 % dan yang terendah pada ulangan ke-2 yaitu 49,6 %.

Tabel 11.
Hasil pemeriksaan kadar kekeruhan air sumur gali kelompok kontrol

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			NTU	%
1	57,6	30,4	27,2	47,2
2	56,8	29,8	27,0	47,5
3	59,1	31,7	27,4	46,3
4	58,8	32,3	26,5	45
5	57,6	32,0	25,6	44,4
Jumlah	289,9	156,2	133,7	230,4
Rata-rata	57,98	31,24	26,74	46,08

Tabel 12.
Hasil pemeriksaan kadar kekeruhan air sumur gali kelompok perlakuan Filter A

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			NTU	%
1	58,8	29,2	29,6	50,3
2	57,6	29,0	28,6	49,6
3	55,7	27,9	27,8	49,9
4	56,5	24,1	32,4	57,3
5	58,2	25,5	32,7	56,1
Jumlah	286,8	135,7	151,1	263,2
Rata-rata	57,36	27,14	30,22	52,64

Berdasarkan data yang ditunjukkan oleh Tabel 13 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan media pasir kuarsa 20 cm, arang aktif 20 cm dan zeolit 40 cm pada Filter B, terjadi penurunan rata-rata kekeruhan dari rata-rata 59,98 NTU menjadi 21,78 NTU. Hal itu berarti kekeruhan pada air sumur gali turun, secara rata-rata, sebesar 38,2 NTU atau 63,6 %. Penurunan kekeruhan yang tertinggi dihasilkan oleh ulangan ke-5 dengan 68,4 % dan yang terendah ada pada ulangan yang ke-2 dengan 58,4 %.

Tabel 13.
Hasil pemeriksaan kadar kekeruhan air sumur gali kelompok perlakuan Filter B

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			NTU	%
1	66,5	26,2	40,3	60,6
2	58,9	24,5	34,4	58,4
3	59,1	20,5	38,6	65,3
4	57,8	19,5	38,3	66,2
5	57,6	18,2	39,4	68,4
Jumlah	299,9	108,9	191	318,9
Rata-rata	59,98	21,78	38,2	63,6

Tabel 14.
Hasil pemeriksaan kadar kekeruhan air sumur gali kelompok perlakuan Filter C

Ulangan ke	Pre-test	Post-test	selisih	
			NTU	%
1	56,9	24,4	32,5	57,1
2	58,8	28,7	30,1	51,1
3	59,8	24,5	35,3	59
4	58,5	24,3	34,2	58,4
5	56,6	20,7	35,9	63,4
Jumlah	290,6	122,6	168,33	289
Rata-rata	58,12	24,52	33,66	57,8

Sementara itu, Filter C yang menggunakan media pasir kuarsa 30 cm, arang aktif 30 cm dan zeolit 20 cm, oleh Tabel 14 diperlihatkan dapat menurunkan rata-rata kadar kekeruhan dari 58,12 NTU menjadi 24,52 NTU, yang berarti ada selisih rata-rata sebesar 33,66 NTU atau 57,8 %. Persentase penurunan paling tinggi dihasilkan oleh ulangan ke-5 dengan 63,4 %, sedang yang paling rendah ada pada ulangan ke-2 yaitu sebesar 51,1 %.

Tabel 15 berikut menunjukkan bahwa persentase penurunan kekeruhan pada masing-masing variasi ketebalan filtrasi setelah dikurangi dengan penurunan yang terjadi di kontrol, menunjukkan adanya perbedaan. Persentase penurunan kekeruhan tertinggi dihasilkan oleh Filter B dengan 79,38 %, dan yang terendah oleh Filter C yaitu 64 %. Secara

deskriptif terlihat bahwa penurunan kekeruhan yang dihasilkan oleh masing-masing media filtrasi berbeda.

Tabel 15.
Selisih kadar kekeruhan kelompok perlakuan dikurangi dengan selisih kadar kekeruhan kelompok kontrol

Ulangan ke	Selisih kadar kekeruhan dengan kelompok kontrol					
	Filter A		Filter B		Filter C	
	NTU	%	NTU	%	NTU	%
1	2,4	8,10	13,1	32,5	5,3	16
2	1,6	5,59	7,4	21,5	3,1	10,19
3	2,2	7,91	11,2	29,0	7,9	22,37
4	5,9	18,20	11,8	30,8	7,7	22,51
5	5,3	16,20	13,8	35,0	10,3	28,69
Σ	17,4	56,0	57,3	148,8	34,3	99,76
X	3,48	11,2	11,46	29,76	6,86	19,9

Hasil Analisis Statistik

Hasil pengujian dengan *Kolmogorov-smirnov test* menyimpulkan bahwa data penelitian untuk ketiga parameter terdistribusi secara normal (semua nilai $p > 0,05$) sehingga uji parametrik dengan *one way Anova* dapat digunakan.

Hasil analisis statistik dari uji anova satu jalan terhadap data penurunan kadar Fe menghasilkan $p\text{-value} = 0,001$ yang berarti perbedaan hasil di antara ketiga filter yang digunakan adalah bermakna. Hasil analisis statistik lanjutan dengan LSD pada *post hoc test*, menunjukkan bahwa antara Filter A dengan Filter B ada perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} = 0,031$) dengan nilai *mean difference* negatif; antara Filter A dengan Filter C juga ada perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} = 0,010$) dengan nilai *mean difference* positif, dan antara Filter B dengan Filter C juga ada perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} < 0,001$) dengan nilai *mean difference* positif.

Hasil uji statistik serupa juga ditemui untuk kadar Mn dan kadar kekeruhan. Nilai p dari *one way anova* untuk kadar Mn adalah $< 0,001$, dan hasil uji LSD menunjukkan bahwa antara Filter A dengan Filter B ada perbedaan yang signifikan ($p < 0,001$) dengan nilai *mean difference* negatif, antara Filter A dengan Fil-

ter C juga ada perbedaan yang signifikan ($p = 0,039$) dengan nilai *mean difference* positif, dan antara Filter B dengan Filter C juga ada perbedaan yang signifikan ($p < 0,001$) dengan nilai *mean difference* positif.

Sementara itu, untuk kadar kekeruhan, hasil uji statistik dengan *one way anova* menghasilkan nilai $p = 0,001$, dan dari hasil uji LSD diketahui bahwa antara Filter A dengan Filter B ada perbedaan yang signifikan ($p < 0,001$) dengan nilai *mean difference* negatif. Selanjutnya, antara Filter A dengan filter C juga ditemui ada perbedaan yang signifikan ($p = 0,048$) dengan nilai *mean difference* negatif, demikian pula untuk Filter B dan Filter C juga ditemui adanya perbedaan yang signifikan ($p = 0,011$) dengan nilai *mean difference* yang positif.

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa Filter B adalah yang paling efektif untuk menurunkan kadar Fe, Mn dan Kekeruhan dari air sumur gali di lokasi penelitian.

PEMBAHASAN

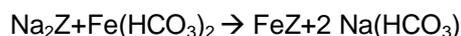
Kadar Besi (Fe)

Dari ketiga perbandingan penurunan Fe yang terjadi, penurunan yang paling tinggi terjadi pada kelompok perlakuan dengan Filter B, sehingga filter tersebut adalah yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fe.

Hal ini terjadi karena reaksi ion Fe yang terjadi pada pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit sama-sama bekerja efektif sehingga penurunan kadar Fe yang terjadi paling tinggi. Variasi perbandingan ketiga media filtrasi sebesar 20 cm : 20 cm : 40 cm mempunyai kemampuan terbaik untuk mengoksidasi senyawa Fe dalam air.

Kemampuan pasir kuarsa untuk menurunkan kadar Fe disebabkan karena media filtrasi tersebut banyak mengandung silika dioksida atau SiO_2 ⁸⁾. Adapun arang aktif, dapat digunakan karena mempunyai sifat sebagai adsorben karena dapat mengeliminasi bahan-bahan organik yang sulit terdegradasi maupun bahan terlarut yang terkandung di dalam air bersih.

Sementara itu, media zeolit digunakan karena mempunyai sifat sebagai *ion exchanger*, sebagai penyerap dan sebagai penyaring molekul. Zeolit mudah untuk melakukan pertukaran ion-ion alkalinnya dengan ion-ion dari elemen lain⁸⁾. Hal ini dikarenakan pada proses penurunan kadar besi (Fe) dalam air, yang lebih berperan adalah zeolit. Media filtrasi yang mempunyai rumus senyawa Na_2Z tersebut akan menukar ion dengan senyawa Fe dalam air sehingga akan terbentuk endapan dari hasil pertukaran ion itu. Peristiwa ini disebut sebagai *ion exchange*⁹⁾. Berikut adalah reaksi pertukaran ion tersebut :

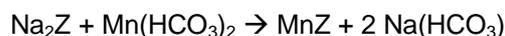


Kadar Mangan (Mn)

Dari perbandingan penurunan kadar Mn yang terjadi, yang paling tinggi terjadi pada kelompok perlakuan B, sehingga Filter tersebut adalah yang paling efektif menurunkan kadar Mn. Hal ini terjadi karenakan pada proses penurunan kadar Mn di dalam air, reaksi ion-ion Mn paling banyak terjadi dengan media zeolit.

Pada reaksi antara Mn dengan zeolit tersebut akan dihasilkan endapan. Meskipun pada pasir kuarsa juga terjadi reaksi pertukaran ion antara ion Mn dengan senyawa pasir kuarsa, namun hasilnya tidak lebih baik dibandingkan dengan hasil reaksi pertukaran antara ion Mn dengan zeolit.

Berikut adalah reaksi pertukaran ion tersebut :



Kadar Kekeruhan

Dari ketiga penurunan yang diamati, penurunan kadar kekeruhan yang paling tinggi juga terjadi pada kelompok perlakuan dengan Filter B. Penurunan kadar kekeruhan yang terjadi pada kelompok eksperimen terjadi karena berlangsungnya proses filtrasi pada media pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit. Air yang melewati media-media filtrasi akan mengalami proses penyerapan dimana berbagai macam zat padat, zat organik

dan lumpur akan tertahan pada butiran-butiran pasir kuarsa dan dengan penyerapan itu pula air menjadi lebih jernih karena zat-zat penyebab kekeruhan diikat oleh zeolit yang mempunyai fungsi sebagai absorben.

Pasir kuarsa juga sering digunakan untuk mengolah air yang kotor menjadi air yang lebih bersih. Fungsi dari pasir kuarsa ini sangat baik digunakan untuk menghilangkan sifat-sifat fisik air, seperti keruh, lumpur dan bau. Pasir kuarsa umumnya digunakan sebagai saringan pada tahap awal¹⁰⁾.

Adapun mengenai arang aktif, media ini digunakan karena mampu menyerap dan mengabsorpsi dengan kuat gas/bau dan warna yang ada pada air sehingga air akan menjadi lebih jernih. Dengan ketebalan yang tepat, media filtrasi arang aktif dapat diaplikasikan secara efektif untuk menurunkan kekeruhan pada air sumur gali¹¹⁾.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa variasi ketebalan media filtrasi pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit sistem *up flow* berpengaruh terhadap penurunan kadar Fe, Mn dan kekeruhan, dimana yang paling efektif dalam menurunkan ketiga parameter tersebut adalah Filter B yang terdiri dari 20 cm pasir kuarsa, 20 cm karbon aktif dan 40 cm zeolit.

SARAN

Bagi masyarakat di lokasi penelitian, pengolahan air sumur gali dengan susunan ketebalan media filtrasi pada filter B dapat dipakai sebagai salah satu alternatif cara untuk menurunkan kadar Fe, Mn dan kekeruhan.

Bagi peneliti lain yang tertarik untuk melakukan penelitian sejenis atau lanjutan, disarankan untuk: 1) meneliti pengaruh ketinggian dan lebar dari media filtrasi pasir kuarsa, arang aktif dan zeolit di dalam tabung; 2) meneliti efektifitas waktu kontak ketiga media filtrasi tersebut terhadap penurunan kadar Fe, Mn

dan kekeruhan; dan 3) meneliti pengaruh ketiga media filtrasi tersebut dalam menurunkan konsentrasi dari parameter yang lain seperti kesadahan, TDS dan Aluminium

DAFTAR PUSTAKA

1. Chandra, B., 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
2. Asmadi, dkk., 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*, Gasyen Publishing, Yogyakarta.
3. *Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*, Kementerian Kesehatan R. I., Jakarta.
4. Achmad, R., 2004. *Kimia Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta.
5. Notoatmodjo, S., 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Edisi Revisi, Rineka Cipta, Jakarta.
6. Hanafiah, K. A., 2011. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
7. Sanropie, D., dkk., 1984. *Penyediaan Air Bersih untuk APK-TS*, Pusat Pendidikan dan Latihan Pegawai Depkes R.I., Jakarta.
8. Zuhikman, M., 2013. Efektifitas zeolit dan karbon aktif melalui metode penyaringan *up flow* dalam menurunkan kadar merkuri pada air limbah pertambangan emas tradisional, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2 (4) (<http://ejournal1.Undip.ac.id/index.php/jkm>, diunduh 07 Juli 2014).
9. Ganefati, S. P., dkk, 2007. Penguasaan pengolahan air minum damiu untuk menurunkan angka kuman, bahan organik, besi dan mangan, *Direktorat Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta*. 1 (1): 28.
10. Kumalasari, F. dan Satoto, Y. 2011. *Teknik Praktis Mengolah Air Kotor Menjadi Air Bersih Hingga Layak Diminum*, Laskar Aksara, Bekasi.
11. Kusnaedi, 2010. *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*, Penebar Swadaya, Jakarta.