

Rancang Bangun Unit Filtrasi Air Tanah untuk Menurunkan Kekeruhan dan Kadar mangan dengan Aliran *Upflow*

Design of Groundwater Filtration Unit to Reduce Turbidity and Manganese with Upflow

Akhmad Adi Sulianto^{1*}, Angga Dheta Shirajjudin Aji¹, Muhammad Faaiq Alkahi¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145, Indonesia

*Email korespondensi : adi_sulianto@ub.ac.id

ABSTRAK

Program pembangunan air bersih merupakan salah satu upaya mendasar yang dilaksanakan untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat di perkotaan maupun di pedesaan. Salah satu sumber air yang masih banyak digunakan oleh masyarakat adalah air sumur gali. Tingginya nilai kekeruhan dan kadar mangan pada air tanah di daerah Dusun Kedung Gagak Kabupaten Mojokerto, mendorong dilakukannya penelitian mengenai rancang bangun unit filtrasi air tanah di wilayah tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pendekatan studi literatur, perancangan, dan eksperimental. Perancangan unit filtrasi menggunakan pipa yang didalamnya terdapat media filter meliputi zeolit, karbon aktif, pasir kuarsa, ijuk, dan kerikil. Waktu detensi dan konduktivitas hidrolis paling cepat terdapat pada unit filtrasi 1 yang dapat menurunkan kekeruhan dan kadar mangan saat waktu waktu detensi 11.54 detik dengan konduktivitas hidrolis unit filtrasi 1 sebesar 0.047 m.detik⁻¹. Unit filtrasi 3 merupakan unit filtrasi dengan waktu detensi dan konduktivitas paling lama, dapat menurunkan kekeruhan dan kadar mangan dengan waktu detensi selama 25.85 detik dan konduktivitas hidrolis unit filtrasi 3 sebesar 0,014 m.detik⁻¹. Unit filtrasi susunan 1 (zeolit, pasir, ijuk, dan kerikil) merupakan unit filtrasi yang paling efektif dalam menurunkan kekeruhan dan kadar mangan dengan efektivitas menurunkan kadar kekeruhan hingga 100% dan menurunkan kadar mangan hingga 87.4%.

Kata kunci: filtrasi, media filter, perancangan

ABSTRACT

Program of clean water development is one fundamental effort that was held in order to raise the degree of healthy in society either in urban or rural. One of water source that frequently used by people is ground water. Due to high numbers of turbidity and manganese content in the ground water at Dusun Kedung Gagak, Mojokerto District, a research about the design of ground water filtration unit was held in this area. The method of this research is literature approach, design, and experimental. Filtration unit design used pipe that equipped with filter media include zeolite, active carbon, quartz sand, palm fiber, and gravel. The fastest hydraulic detention time and conductivity in filtration unit 1 can reduce the turbidity and manganese content when the detention time is 11.54 seconds with the hydraulic conductivity of filtration unit 1 of 0.047 m.s⁻¹. Filtration unit 3 is the filtration unit with the longest detention time and conductivity, can reduce turbidity and manganese content with a detention time of 25.85 seconds and hydraulic filtration unit 3 filtration unit of 0.014 m.s⁻¹. Arrangement filtration unit 1 (zeolite, sand, palm fiber, and gravel) is the most effective filtration unit in reducing turbidity levels and manganese levels with efficiency reducing turbidity levels up to 100% and reducing manganese content up to 87.4%.

Keywords: filtration, filter media, design

PENDAHULUAN

Program pembangunan air bersih merupakan salah satu upaya mendasar yang dilaksanakan untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat di perkotaan maupun di pedesaan. Tujuan tersebut sangat bermanfaat bila dilakukan dengan berpedoman pada konsep yang berkesinambungan antara sektor sumber daya yang ada, tidak terlepas pula partisipasi dari semua pengambil keputusan baik pemerintah, swasta, maupun masyarakat luas. Sebagian besar air baku untuk penyediaan air bersih diambil dari air permukaan, seperti sungai.

Mojokerto merupakan salah satu kota di Propinsi Jawa Timur dengan luas wilayah 16,46 km² dengan wilayah Mojokerto terdiri dari Kota Mojokerto dan Kabupaten Mojokerto. Berdasarkan peta, wilayah Kabupaten Mojokerto mengelilingi Kota Mojokerto, yang merupakan wilayah administrasi otonom. Dalam sepuluh tahun terakhir, populasi Kabupaten Mojokerto meningkat dengan rata-rata 1.2% per tahunnya. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di wilayah Mojokerto, kebutuhan air bersih juga meningkat. Pengolahan yang ada di Kabupaten Mojokerto dilakukan oleh PDAM Tirta Rimba. PDAM Tirta Rimba bertanggung jawab dalam penyediaan air bersih bagi penduduk di daerah Kabupaten Mojokerto. Hambatan utama saat ini dalam memenuhi kebutuhan masyarakat adalah kapasitas infrastruktur PDAM, peningkatan kebutuhan pelanggan PDAM akan melampaui kapasitas produksi PDAM hanya dalam 1-2 tahun ke depan.

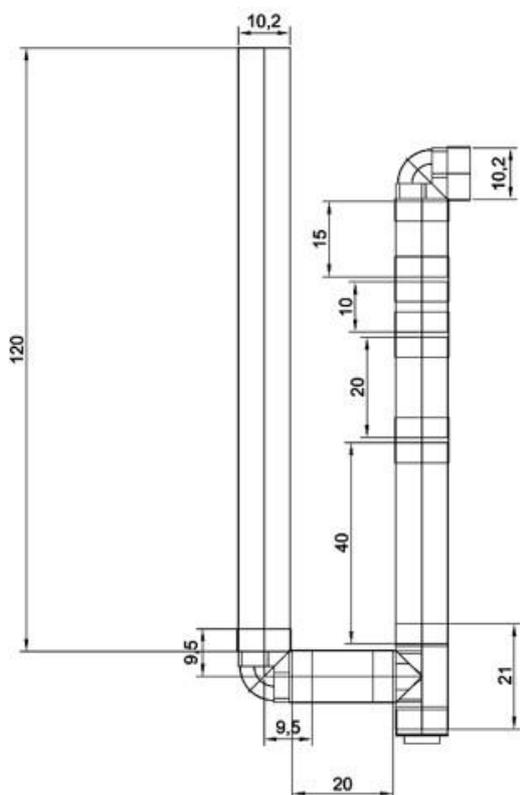
Selain menggunakan PDAM, sumber air yang masih banyak digunakan oleh masyarakat Kabupaten Mojokerto adalah sumur galian. Namun, kualitas sumur galian yang digunakan oleh masyarakat Kabupaten tidak memenuhi syarat baku mutu air. Kualitas air tanah di daerah peternakan yang berada di Dusun Kedung Gagak umumnya berwarna kekuningan, tidak berbau, memiliki kadar mangan yang tinggi. Mangan bisa membentuk oksida yang tidak larut dan menghasilkan endapan bila terpapar dengan oksigen, sehingga menimbulkan masalah berupa penampilan

fisik air yang mengganggu (Rahmawati & Sugito, 2015). Menurut Febrina & Ayuna (2014), dalam jumlah yang besar (>0,5 mg/l), mangan dalam air minum bersifat neurotoksik. Penduduk yang belum mendapat fasilitas air PDAM umumnya menggunakan air tanah sebagai sumber air minum dengan sumur pompa. Namun, karena kualitas air yang tidak memenuhi syarat baku mutu dibutuhkan sebuah alat untuk meningkatkan kualitas air. *Housing Filter* adalah sebuah filter air kecil berukuran tinggi 20 inchi yang berfungsi untuk menyaring air yang bermasalah menjadi jernih. Akan tetapi, *housing filter* dibanderol dengan harga tinggi sehingga tidak semua kalangan masyarakat dapat menggunakannya. Diperlukan teknologi sederhana untuk membantu masyarakat Dusun Kedung Gagak untuk mendapatkan akses terhadap air bersih yang layak untuk digunakan sehari - hari. Teknologi sederhana yang dapat diterapkan di Dusun Kedung Gagak adalah teknologi filtrasi atau proses penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air melalui media berpori (Alegantina dkk, 2008). Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui waktu detensi, dan konduktivitas hidrolik pada unit filter; mengetahui efektivitas penurunan kadar mangan dan kekeruhan setelah dilakukan proses filtrasi; dan mengetahui susunan media filter yang paling efisien untuk mengurangi kadar mangan dan nilai kekeruhan air tanah di Dusun Kedung Gagak Kabupaten Mojokerto.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di daerah peternakan etawa Dusun Kedung Gagak, Desa Mlirip, Kecamatan Jetis, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur sebagai tempat pengambilan sampel dan pengujian unit filter. Perancangan unit filter dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Pengujian kualitas air tanah hasil filtrasi dilakukan di UPT Laboratorium Kesehatan Dinas Kesehatan Kota Malang.

Pelaksanaan penelitian menggunakan metode pendekatan studi literatur, perancangan, dan eksperimental. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perancangan unit filtrasi sesuai dengan literatur yang relevan. Kemudian, hasil pengujian unit filtrasi dianalisis. Sementara itu, metode eksperimental yaitu dengan melakukan pengujian terhadap objek penelitian. Sampel air tanah yang berasal dari daerah peternakan Dusun Kedung Gagak Kabupaten Mojokerto kemudian diuji pada unit filtrasi yang telah didesain. Air tanah hasil pengujian unit filtrasi tersebut kemudian diuji kadar mangan dan kekeruhannya.



Gambar 1. Ilustrasi unit filtrasi

Unit filtrasi pada penelitian ini dibuat dari pipa PVC dengan ukuran 4 dim (4 inch) sepanjang 4 meter yang akan dipotong menjadi 3 bagian yaitu pipa unit filtrasi, pipa penyambung, dan pipa bagian belakang. Pipa unit filtrasi dipotong sesuai dengan tinggi media filter yang digunakan yaitu 40 cm untuk media filter karbon aktif dan zeolit, 20 cm untuk media filter pasir kuarsa, 15 cm untuk media filter kerikil, dan 10 cm untuk media filter ijuk. Pipa

bagian belakang untuk saluran air dipotong menjadi 120 cm. Pipa penyambung untuk filtrasi dipotong sepanjang 20 cm. Pipa disambung dengan sambungan *elbow* dan *tee*.



Gambar 2. Unit filtrasi (A) susunan 1, (B) susunan 2, dan (C) susunan 3

Perancangan desain unit filtrasi ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas air tanah di lokasi penelitian dengan menggunakan 3 perlakuan. Perlakuan pertama, air mengalir melalui zeolit, lalu melewati pasir kuarsa, kemudian melalui ijuk, dan terakhir melewati kerikil (Gambar 2A). Perlakuan kedua, air mengalir melalui arang aktif, lalu melewati pasir kuarsa, kemudian melalui ijuk, dan terakhir melewati kerikil (Gambar 2B). Perlakuan ketiga, air mengalir melalui campuran zeolit dan karbon aktif, lalu

melewati pasir kuarsa, kemudian melalui ijuk, dan terakhir melewati kerikil (Gambar 2C). Air tanah yang telah difiltrasi akan dimanfaatkan bagi aktivitas masyarakat disekitar daerah peternakan Dusun Kedung Gagak Kabupaten Mojokerto. Pemilihan media filter ini bertujuan untuk mengurangi kekeruhan dan kandungan Mn.

Perhitungan Data

Filtrasi dilakukan dengan debit masukan (Q_0) sebesar $0.00062 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Filtrasi pada masing-masing desain akan dilakukan selama 210 menit untuk mengetahui kualitas air hasil filtrasi dan besarnya debit keluaran. Debit keluaran diukur pada menit ke-30, menit ke-60, menit ke-90, menit ke-120, menit ke-150, menit ke-180, dan menit ke-210. Sementara itu, untuk mengetahui kualitas air hasil filtrasi dilakukan sampling pada menit ke-30, menit ke-120, dan menit ke-210.

Salah satu faktor yang mempengaruhi besar debit keluaran unit filtrasi adalah porositas. Ukuran partikel unit filtrasi sangat mempengaruhi porositas. Rumus porositas terdapat pada Persamaan 1.

$$\text{Porositas} = \frac{\text{Volume pori-pori}}{\text{Volume keseluruhan batuan}} \dots \dots \dots (1)$$

Data waktu detensi dihitung berdasarkan data debit keluaran dari masing-masing unit filtrasi. Rumus waktu detensi (td) terdapat pada Persamaan 2.

$$td = \frac{\text{Volume pori-pori total}}{Q} \dots \dots \dots (2)$$

Konduktivitas hidrolis dari unit filtrasi dihitung berdasarkan susunan media filter. Setiap unit filtrasi akan mendapatkan nilai konduktivitas hidrolis yang berbeda berdasarkan susunan filtrasinya. Rumus konduktivitas hidrolis terdapat pada Persamaan 3.

$$Q = kA \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\Delta s} \dots \dots \dots (3)$$

dimana :

Q = detik (m^3 / dt)

K = konduktivitas hidrolis (m/dt)

A = luas permukaan (m^2)

$\Phi_1 - \Phi_2$ = ketinggian muka air tanah di reservoir dalam percobaan (m)

Δs = panjang sampel (m)

Penentuan efektivitas penurunan parameter yang diperoleh dari hasil perhitungan dapat dihitung menggunakan rumus yang terdapat pada Persamaan 4.

$$\text{efektivitas (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

a = nilai sebelum pengolahan

b = nilai setelah pengolahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel awal air tanah diambil langsung dari sumur warga di Dusun Kedung Gagak, Kabupaten Mojokerto. Berdasarkan hasil uji lab, air tanah di Dusun Kedung Gagak, Kabupaten Mojokerto memiliki kadar mangan dan nilai kekeruhan yang tinggi. Kualitas air tanah sebelum pengolahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Salah satu parameter air bersih adalah nilai kekeruhan. Nilai kekeruhan untuk air bersih yaitu tidak lebih dari 25 NTU dan tidak layak pakai apabila nilai kekeruhan melebihi 25 NTU. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan nilai kekeruhan air bersih di Dusun Kedung Gagak melebihi 25 NTU yaitu 25.8 NTU yang menjadikan air bersih di Dusun Kedung Gagak tidak layak. Air bersih di Dusun Kedung Gagak juga memiliki tingkat mangan yang cukup tinggi. Padahal mangan termasuk salah satu logam berat yang berbahaya untuk tubuh jika dikonsumsi terlalu banyak. Nilai kadar mangan di Dusun Kedung Gagak Mencapai $2.043 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ dimana batas baku mutu sebesar $0.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

Debit Keluaran Unit Filtrasi

Ukuran media filter memberikan pengaruh terhadap air keluaran unit filtrasi. Oleh karena itu, ukuran media filter akan mempengaruhi nilai porositas dari setiap media filter.

Tabel 1. Kualitas air tanah sebelum pengolahan

No	Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu	Metode Analisa	Keterangan
1.	Kekeruhan (<i>Turbidity</i>)	NTU	25.8	25	Nephelometri	Tidak Memenuhi Syarat
2.	Mangan (Mn)	mg.l ⁻¹	2.043	0.5	Persulfat	Tidak Memenuhi Syarat

Keterangan : Baku mutu yang digunakan yaitu Peraturan Menteri Kesehatan RI No 32 Tahun 2017

Tabel 2. Nilai porositas media filter

Media Filter	Porositas (%)
Zeolit	67.5
Karbon Aktif	48.0
Pasir Kuarsa	32.7
Ijuk	95.0
Kerikil	361.5

Tabel 3. Debit keluaran unit filtrasi

Susunan Media Filter	Debit keluaran (x10 ⁻⁵ m ³ .dt ⁻¹)							Rata-rata debit keluaran (x10 ⁻⁵ m ³ .dt ⁻¹)
	30	60	90	120	150	180	210	
1	37	33	33	33	33	50	33	36.00
2	25	25	26	23	23	23	20	23.57
3	13	9	9	9	12	9	8	11.14

Tabel 4. Nilai konduktivitas hidrolis unit filtrasi

Unit filtrasi	Konduktivitas hidrolis (m.dt ⁻¹)
Susunan 1	0.047
Susunan 2	0.023
Susunan 3	0.014

Tabel 5. Nilai kekeruhan air dan kadar mangan dan efektivitas penurunannya

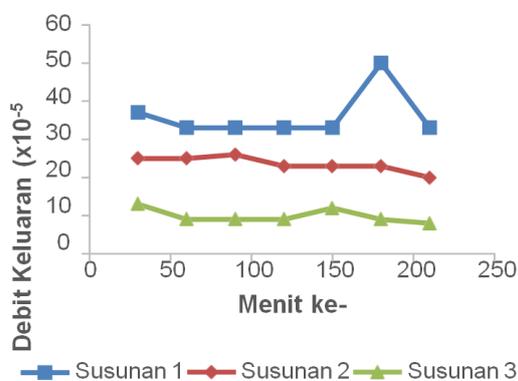
Unit Filtrasi	Waktu Detensi (s)	Waktu Operasional (menit)	Hasil setelah pengolahan		Efektivitas Penurunan	
			Kekeruhan (NTU)	Kadar mangan (mg.l ⁻¹)	Kekeruhan (%)	Kadar mangan (%)
Susunan 1	11.54	30	21.9	0.257	15.11	87.40
	12.94	120	19.6	1.844	24.03	9.74
	12.94	210	0.0	2.085	100.00	2.05
Susunan 2	14.60	30	25.0	1.680	0.39	17.70
	15.80	120	0.0	1.910	100.00	7.48
	18.20	210	0.0	2.196	100.00	6.51
Susunan 3	25.85	30	0.0	1.729	100.00	15.37
	37.30	120	0.0	1.904	100.00	6.80
	42.00	210	0.0	1.943	100.00	4.89

Menurut Ridha & Darminto (2016), porositas batuan merupakan rasio volume rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh batuan yang dinyatakan dalam persen. Porositas bergantung pada jenis bahan, ukuran bahan, distribusi pori, sementasi, dan komposisinya. Semakin besar nilai porositasnya, maka air akan semakin cepat mengalir melewati media

filter. Besarnya nilai porositas masing-masing media filter dapat dilihat pada Tabel 2.

Debit keluaran (Tabel 3) pada unit filtrasi merupakan air bersih yang telah melewati susunan media filter yaitu, zeolit, arang aktif, kerikil, pasir kuarsa, dan ijuk. Debit yang dihasilkan dari setiap susunan unit filtrasi berbeda-beda. Debit aliran adalah

jumlah air yang mengalir pada suatu titik keluaran (outlet) tertentu dalam satuan volume per waktu (Nugroho, 2015). Debit keluaran paling besar dihasilkan pada susunan unit filtrasi 1. Sedangkan debit keluaran paling kecil dihasilkan pada susunan unit filtrasi 3. Perbedaan debit keluaran dari masing-masing unit filtrasi akan mempengaruhi hasil akhir dari unit filtrasi. Waktu operasional serta debit juga berpengaruh terhadap efektivitas penurunan kekeruhan. Dimana debit yang kecil akan menyebabkan waktu kontak kontaminan dengan media akan semakin lama sehingga penyerapan kekeruhan oleh ketiga media akan lebih optimal. Sedangkan waktu operasional juga mempengaruhi penurunan kekeruhan, semakin lama waktu operasional maka semakin banyaknya partikel-partikel penyebab kekeruhan akan terendapkan, sehingga kualitas effluent akan semakin baik. Namun apabila terlalu lama juga akan menyebabkan *clogging* (penyumbatan) yang menyebabkan daya serap dari pori-pori semakin menurun (Sari, 2015).



Gambar 3. Grafik debit keluaran unit filtrasi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi debit keluaran dari setiap susunan media filter. Salah satu faktornya adalah porositas dari media filter yang digunakan. Susunan media filter 1 memiliki porositas lebih besar dibandingkan susunan media filter 2. Pada susunan media filter 3, rongga diantara filter zeolit dapat diisi oleh media filter karbon aktif sehingga membuat porositas kecil dan menghambat aliran air keluar.

Konduktivitas Hidrolik Unit Filtrasi

Kemampuan setiap susunan unit filtrasi untuk melewatkan air dapat dinyatakan dengan nilai konduktivitas hidrolik. Menurut Chandra (2017), kemampuan tanah melewatkan air disebut permeabilitas dan nilai numeriknya dinyatakan sebagai konduktivitas hidrolik. Konduktivitas hidrolik hasil perhitungan masing-masing unit filtrasi dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai konduktivitas hidrolik tertinggi terjadi pada susunan 1, dan terendah terjadi pada susunan ketiga.

Nilai Kekeruhan Setelah Pengolahan

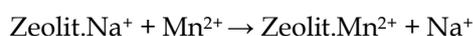
Nilai kekeruhan air tanah setelah pengolahan menggunakan unit filtrasi terdapat pada Tabel 5. Proses filtrasi untuk menurunkan kadar kekeruhan menggunakan media filter pasir kuarsa, ijuk, dan kerikil. Pasir berfungsi untuk menyaring partikel kecil. Ijuk untuk menyaring partikel kecil dan menahan pasir agar tidak terbawa aliran air. Kerikil untuk menyaring partikel besar dan partikel sisa yang terkandung didalam air.

Menurut Kehat dkk (1967), penyumbatan filter adalah kendala utama yang mengarah pada penggantian filter atau hasil yang tidak diinginkan seperti penurunan kinerja. Dua mekanisme yang mungkin terjadi dalam penyumbatan media filter adalah pemblokiran keseluruhan (*complete blocking*), di mana beberapa partikel lebih besar dari lubang di media filter menyumbat dan menutup lubang sehingga air terperangkap dan pemblokiran sebagian (*semiblocking*), di mana partikel yang ukurannya lebih kecil dari lubang, melekat di sepanjang permukaan atau ke partikel lain yang sebelumnya ditahan sehingga menyebabkan penurunan kemampuan media filter untuk meloloskan air. Sedangkan waktu operasional juga mempengaruhi penurunan kekeruhan, semakin lama waktu operasional maka kualitas effluent akan semakin baik (Sari, 2015).

Kadar mangan Setelah Pengolahan

Kadar mangan setelah pengolahan menggunakan unit filtrasi terdapat pada Tabel 5. Zeolit dan karbon aktif pada unit filtrasi berfungsi sebagai adsorben untuk

menurunkan kadar mangan yang terkandung didalam air. Media filter zeolit merupakan senyawa dengan kation aktif yang bergerak dan umumnya bertindak sebagai penukar ion. Sedangkan keberadaan atom aluminium di dalam zeolit akan menyebabkan memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation, sehingga dapat digunakan untuk mengikat kation-kation pada air, seperti Fe atau Mn. Dengan mengalirkan air baku pada filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolit yang memiliki muatan negatif. Di samping itu, zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lain. Dengan demikian, zeolit berfungsi sebagai penukar ion dan adsorben dalam pengolahan air (Sunarsih dkk, 2013; Kusnaedi, 2010). Zeolit mempunyai struktur tiga dimensi tetrahedral alumina (AlO_4)⁻⁵ dan tetrahedral silika (SiO_4)⁻⁴ berongga yang diisi oleh kation seperti Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} yang terikat lemah untuk menetralkan muatan zeolit. Proses adsorpsi zeolit terjadi akibat adanya pertukaran ion Mn^{2+} yang dari air tanah dengan kation yang bergerak bebas di pori zeolit seperti Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} .



Proses adsorpsi pada karbon aktif terjadi karena gaya van der Waals. Struktur karbon aktif yang tidak berbentuk (amorf) membuat gaya pada permukaan zat karbon aktif tidak seimbang sehingga molekul asing dapat tertarik ke permukaan karbon aktif untuk memenuhi keseimbangan. Ion mangan yang terlarut di air akan dikelilingi dan terbungkus oleh molekul air (tersolvasi) sehingga menjadi satu kesatuan. Ion mangan yang tersolvasi didalam air akan berdifusi menuju pori-pori karbon aktif karena perbedaan konsentrasi dengan pori-pori karbon aktif. Ion mangan yang terkandung didalam air akan menempel pada permukaan karbon aktif sehingga terbentuk ikatan dipol-dipol induksian. Dipol induksian terjadi karena bentuk amorf karbon aktif sehingga elektron yang bergerak pada karbon aktif terdistorsi oleh ion mangan yang tersolvasi didalam molekul air membentuk dipol sesaat.

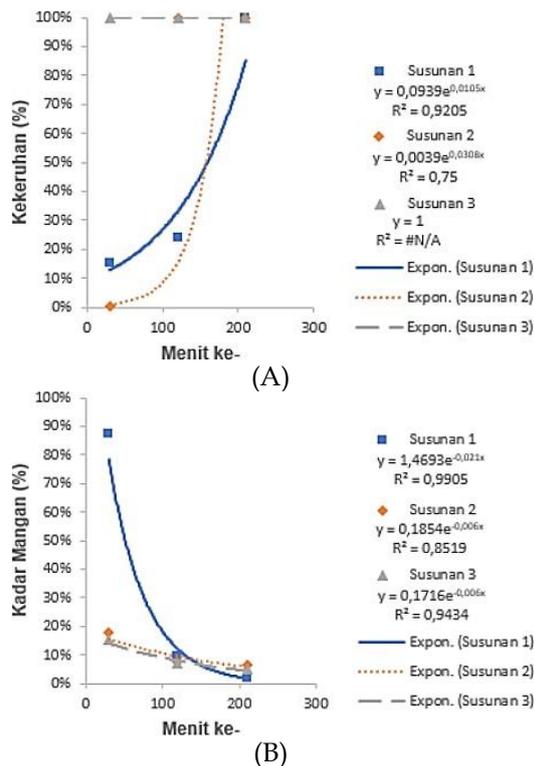
Molekul yang terdistorsi akan menginduksi molekul-molekul yang berada didekatnya. Gejala ini terjadi terus menerus sehingga ikatan dipol-dipol induksian selalu terjadi. Menurut Sari dkk (2014), ikatan dipoldipol induksian merupakan ikatan yang terjadi antara molekul nonpolar dengan molekul polar. Karbon aktif merupakan molekul nonpolar, sedangkan molekul air (H_2O) merupakan molekul polar. Ikatan antara dipol-dipol induksian adalah gaya van der Waals sedangkan gaya tarik menarik antara dipol-dipol induksian adalah gaya London.

Menurut Ariyani dkk (2018), penurunan laju adsorpsi ini diakibatkan oleh kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbant semakin berkurang hingga pada waktu tertentu adsorben tidak dapat menyerap logam lagi, yang ditunjukkan oleh penurunan konsentrasi yang konstan. Hal ini disebabkan oleh sisi aktif dari adsorben sudah terisi oleh logam hingga adsorbennya jenuh sehingga tidak mampu lagi menyerap logam.

Efektivitas Penurunan Kekeruhan dan Kadar mangan

Setiap unit filtrasi memiliki nilai keluaran yang berbeda-beda. Sehingga efektivitas dari setiap unit filtrasi memiliki nilai yang berbeda-beda sesuai dengan jenis susunan filter yang digunakan. Masing-masing nilai efektivitas unit filtrasi diketahui dengan menggunakan data kualitas air sebelum pengolahan dan data kualitas air setelah pengolahan. Penurunan nilai kadar kekeruhan dan nilai Mangan dari masing-masing unit filtrasi terdapat pada Tabel 5.

Unit filtrasi susunan 1 merupakan unit filtrasi paling efektif dalam menurunkan nilai kekeruhan dan kadar mangan karena dapat menurunkan nilai kekeruhan hingga 100% dan menurunkan kadar mangan hingga 87.4%. Grafik efektivitas penurunan kekeruhan dan kadar mangan terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik efisiensi penurunan (A) kekeruhan dan (B) kadar mangan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat dihasilkan simpulan yaitu :

1. Waktu detensi dan konduktivitas hidrolik paling cepat pada unit filtrasi 1 dapat menurunkan kekeruhan dan kadar mangan saat waktu waktu detensi selama 11.54 detik dengan konduktivitas hidrolik unit filtrasi 1 sebesar 0.047 m.detik⁻¹. Unit filtrasi 3 merupakan unit filtrasi dengan waktu detensi dan konduktivitas paling lama, dapat menurunkan kekeruhan dan kadar mangan dengan waktu detensi selama 25.85 detik dan konduktivitas hidrolik unit filtrasi 3 sebesar 0.014 m.detik⁻¹.
2. Unit filtrasi susunan 1 merupakan unit filtrasi yang paling efektif dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kadar mangan dengan efektivitas menurunkan kadar kekeruhan hingga 100% dan menurunkan kadar mangan hingga 87.4%.
3. Unit filtrasi dengan susunan zeolit, pasir, ijuk, dan kerikil merupakan unit filtrasi yang paling efisien dalam menurunkan kekeruhan dan kadar mangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alegantina, S., Isnawati, A., & Raini, M. (2008). Pengembangan model proses filtrasi dan disinfeksi yang mempengaruhi kualitas air minum isi ulang. *Media Litbang Kesehatan*, 18(3).
- Ariyani, D., Cahaya, N., & Mujiyanti, D. R. (2018). Pengaruh pH dan waktu kontak terhadap adsorpsi logam Zn(II) pada komposit arang eceng gondok termodifikasi kitosan-epiklorohidrin. *Jurnal Kimia VALENSI*, 4(2), 85-92. <http://10.15408/jkv.v4i2.6521>
- Chandra, T. O. (2017). Studi perbandingan pengukuran konduktivitas hidrolika jenuh pada tanaman sawah beririgasi. *Jurnal Pedon Tropika*, 1(2), 20-27.
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2014). Studi penurunan kadar besi (Fe) dan mangan dalam air tanah menggunakan saringan keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 35-44.
- Kehat, E., Lin, A., & Kaplan, A. (1967). Clogging of filter media. *Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development*, 6(1), 48-55. <http://10.1021/i260021a009>.
- Kusnaedi. (2010). *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Penebar Swadaya.
- Nugroho, W., & Purwoto, S. (2013). Removal klorida, TDS, dan besi pada air payau melalui penukar ion dan filtrasi campuran zeolit aktif dengan karbon aktif. *Jurnal Teknik Waktu*. 11(1), 47-59
- Rahmawati, N., & Sugito. (2015). Reduksi besi (Fe) dan mangan pada air tanah menggunakan media filtrasi manganese greensand dan zeolit terpadukan resin. *Jurnal Teknik Waktu*, 13(2), 63-71.
- Ridha, M., & Darminto. (2016). Analisis densitas, porositas, dan struktur mikro batu apung lombok dengan variasi lokasi dan kedalaman. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 12(3), 124-130.
- Sari, A. O. (2015). *Efektifitas Pengolahan Air Dengan Menggunakan Reaktor Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Kesadahan Air Sungai Brantas*. [Skripsi]. Institut Teknologi Nasional.

- Sari, N. A. B. R., Juswono, U. P., & Nuriyah, L. (2014). *Efektivitas Penyerapan Logam Berat Cu Dan Cr Oleh Karbon Aktif Bonggol Jagung Dan Karbon Aktif Sekam Padi Pada Air Lindi Tpa (Tempat Pembuangan Akhir) Sampah* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Sunarsih, E. S., Sucipto, T. L. A., Saputro, I. N., & Sumarni, S. (2013). Peningkatan kualitas air bersih dengan alat penjernih air. *Journal of Rural and Development*, 4(2), 167-175.