

PENGGUNAAN VARIASI TRAY PADA PENGOLAHAN AIR SUMUR BOR

Budi Nining Widarti^{1*}, Nuri Irianti², Edhi Sarwono³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
Email : budinining.tlingkungan@yahoo.co.id

ABSTRACT

Drilled water well or groundwater is one of clean water sources which often contains high concentration of iron (Fe) and manganese (Mn) with low concentration of pH. The concentration of Fe, Mn and pH in the water that does not comply with quality standards may adversely affect the health of humans. The purpose of this study was to determine the optimum removal efficiency value for Fe, Mn and optimum value of difference in increasing for pH from the point of multiple tray aerator inlet-sedimentation outlet, overall treatment, and determine the quality of water sample at the end of outlet for each parameter in all variations of tray.

On this research the variations were performed on multiple tray aerator was the first, second, third, fourth, fifth tray variation including the number of tray storey at 1, 2, 4, 6 and 8 tray.

Based on the research that had been done at the point of multiple tray aerator inlet-sedimentation outlet, the optimum removal efficiency value for Fe occurred at the second tray variation of 61,93 %, Mn at the fourth tray variation of 35,69 %. The optimum value of difference in increasing for pH occurred at the fifth tray variation of 1,6. At the point of overall treatment, the optimum removal efficiency value for Fe occurred at the fourth tray variation of 100,00 %, Mn at the second tray variation of 99,68 %. The optimum value of difference in increasing for pH occurred at the fifth tray variation of 2,6.

Keywords: *tray, Fe, Mn, pH.*

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dengan segala aktivitasnya akan diikuti dengan meningkatnya kebutuhan air bersih. Ketersediaan air bersih merupakan permasalahan klasik yang dihadapi masyarakat baik dari segi kuantitas maupun kualitas air bersih.

Sumber penyediaan air bersih salah satunya dari air tanah. Penggunaan air tanah oleh masyarakat dengan membuat sumur bor. Air sumur bor di Jalan Padat Karya Gang Sayur Kelurahan Sempaja Selatan Samarinda dengan kadar Fe sebesar 53,78 mg/L,

kadar Mn sebesar 3,24 mg/L dan kadar pH sebesar 4,25 Hal ini tidak sesuai dengan baku mutu sesuai Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Peraturan tersebut menyatakan bahwa baku mutu untuk air kelas I yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum adalah dengan syarat kadar Fe didalam air maksimal sebesar 0,3 mg/L, Mn sebesar 0,1 mg/L dan pH sebesar 6-9. Kadar Fe dan Mn yang berlebihan berpengaruh terhadap nilai estetika (warna, endapan dan rasa) dan secara tidak langsung dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Larutan yang bersifat asam (pH rendah) bersifat korosif.

Pengolahan air yang bersumber dari sumur bor dapat dilakukan dengan prinsip aerasi menggunakan unit *multiple tray aerator* yang dilanjutkan dengan proses sedimentasi serta filtrasi menggunakan unit *rapid sand filter*. Pengolahan air sumur dengan metode ini diharapkan mampu menurunkan kadar Fe, Mn dan pH dengan membuat variasi terhadap unit *multiple tray aerator* yaitu variasi jumlah *tray*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air tanah

Air Tanah merupakan sumber air tawar terbesar di planet bumi, mencakup kira-kira 30% dari total air tawar atau 10,5 juta km³. Akhir-akhir ini pemanfaatan air tanah meningkat dengan cepat, bahkan di beberapa tempat tingkat eksploitasinya sudah sampai tingkat yang membahayakan. Air tanah biasanya diambil, baik untuk sumber air bersih maupun untuk irigasi, melalui sumur terbuka, sumur tabung, spring, atau sumur horizontal (Suripin, 2004).

Air tanah digolongkan menjadi tiga, yaitu air tanah dangkal, air tanah dalam, dan mata air. Golongan tersebut berkaitan dengan kualitas, kuantitas, dan mineral yang terkandung di air tanah (Alamsyah, 2007).

2.2 Parameter Air Tanah

Parameter Air Tanah antara lain besi (Fe) diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh 7-35 mg unsur tersebut per hari, yang tidak hanya diperolehnya dari air. Selain itu konsentrasi Fe dalam air yang lebih besar dari 1 mg/L dapat menyebabkan warna air menjadi kemerah-merahan, memberi rasa yang tidak enak pada minuman, dapat membentuk endapan pada pipa-pipa logam dan bahan cucian. Fe merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi. Hal ini disebabkan karena daya pengikat klor (DPC) selain digunakan untuk mengikat zat organik, juga digunakan untuk mengikat besi, akibatnya sisa klor menjadi lebih sedikit dan hal ini memerlukan desinfektan yang lebih banyak pada proses pengolahan air (Joko, 2010). Standar konsentrasi maksimum Fe dalam air minum oleh Departemen Kesehatan RI sebesar 0,1-1,0 mg/L.

Mn dalam air bersifat terlarut, biasanya membentuk MnO_2 . Kadar Mn dalam air maksimum yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/L. Adanya mangan yang berlebihan dapat menyebabkan flek pada benda-benda putih oleh deposit MnO_2 , menimbulkan rasa dan menyebabkan warna (ungu/hitam) pada air minum, serta bersifat toksik (Joko, 2010). Endapan MnO_2 akan memberikan noda-noda pada bahan/benda-benda yang berwarna putih. Adanya unsur ini dapat menimbulkan bau dan rasa pada minuman. Konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan Departemen Kesehatan RI untuk Mn ini adalah sebesar 0,05-0,5 mg/L. 0,05 mg/L adalah merupakan batas konsentrasi maksimal yang dianjurkan, sedang 0,5 mg/L adalah merupakan batas konsentrasi maksimal yang diperbolehkan (Sutrisno dan Suciastuti, 2010).

pH dapat mempengaruhi pertumbuhan/kehidupan mikroorganisme dalam air, mikroorganisme tumbuh terbaik pada pH 6,0-8,0. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan daripada penyimpangan standar kualitas air minum dalam pH ini yakni bahwa pH yang lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan dapat menyebabkan korosi pada pipa-pipa air, dan dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang mengganggu kesehatan (Sutrisno dan Suciastuti, 2010).

2.3 Prinsip penghilangan Fe dan Mn

Prinsip penghilangan Fe dan Mn adalah proses oksidasi, yaitu menaikkan tingkat oksidasi oleh suatu oksidator dengan tujuan mengubah bentuk Fe terlarut menjadi bentuk Fe tidak terlarut (endapan). Endapan yang terbentuk dihilangkan dengan proses sedimentasi dan atau filtrasi.

Fe dan Mn dapat diendapkan sebagai senyawanya dengan karbonat pada air yang mengandung karbonat (alkalinitas), dengan penambahan kapur atau soda. Pengendapan ini berlangsung pada kondisi anaerobik. Pada kondisi tersebut Fe^{2+} dan Mn^{2+} karbonat dapat diharapkan mengendap seluruhnya pada $\text{pH} > 8$ dan $8,5$. Pengendapan Fe^{2+} Hidroksida dan Mn^{2+} Hidroksida $(\text{OH})_2$ terjadi pada $\text{pH} \pm 11$, pencampuran dari dua macam endapan tersebut terbentuk dalam proses kapur/soda. Fe dan Mn akan lebih baik jika diendapkan dengan jalan oksidasi oleh oksidator seperti O_2 ; O_3 ; klor/senyawa klor; KMnO_4 karena kelarutan dari bentuk Fe^{3+} trihidroksida $(\text{OH})_3$ dan Mn^{4+} dioksida adalah lebih rendah dibandingkan dengan senyawa Fe^{2+} dan Mn^{2+} karbonat. Kecepatan oksidasi Fe^{2+} oleh oksigen sangat rendah dalam kondisi nilai pH rendah. Dalam hal ini pH perlu dinaikkan dengan mengurangi konsentrasi CO_2 atau dengan penambahan alkali (kapur).

Kecepatan oksidasi Mn^{2+} relatif lambat pada $\text{pH} < 9$, pengaruh katalisator dari endapan Mn^{4+} sangat diperlukan. Morgan dalam Joko (2010) menunjukkan bahwa efek utama dari MnO_2 mengadsorpsi Mn^{2+} , dengan cara demikian memberikan pengaruh dalam menghilangkan Mn selama proses filtrasi. Kemudian Mn^{4+} yang mengadsorpsi, melanjutkan oksidasinya secara perlahan-lahan.

Air tanah banyak mengandung gas CO_2 dan H_2O sebagai hasil dari dekomposisi organik bakteri dalam tanah atau merupakan reduksi dari belerang dari cadangan mineral di bumi. Gas H_2S memberikan rasa dan bau yang tidak enak dalam air, walaupun dalam konsentrasi yang sangat kecil. Sedangkan Fe yang tersebar luas di alam, dengan ketidakhadiran O_2 maka Fe terlarut dalam air. Fe terlarut (Fe^{2+}) sulit diendapkan, sehingga harus diubah menjadi Fe^{3+} . Pada pH rendah, kecepatan reaksi

oksidasi Fe dengan oksigen (udara) relatif lambat, sehingga pada prakteknya untuk mempercepat reaksi dilakukan dengan cara menaikkan pH air yang akan diolah (Joko, 2010).

Aerator dipergunakan untuk menambah konsentrasi oksigen terlarut di dalam air dengan untuk memperbesar permukaan kontak (*contact surface*) antara dua medium (air dan udara). *Multiple tray aerator* yang terdiri atas 4-8 *tray* dengan dasarnya penuh lubang-lubang pada jarak 30-50 cm. Melalui pipa-pipa berlubang air dibagi rata melalui *tray*, dari sini percikan-percikan kecil turun ke bawah dengan kecepatan kira-kira 0,002 m³/detik per m² permukaan *tray* (Joko, 2010).

Sedimentasi merupakan pengendapan partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air akan mengendap ke bawah dan yang lebih kecil berat jenisnya akan mengapung. Kecepatan pengendapan partikel akan bertambah sesuai dengan pertambahan ukuran partikel dan berat jenisnya (Joko, 2010).

Filtrasi adalah proses penyaringan partikel secara fisik, kimia, dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan di sedimentasi melalui media berpori. Selama proses filtrasi, zat-zat pengotor dalam media penyaring akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori media sehingga kehilangan tekanan akan meningkat. Media yang sering digunakan adalah pasir, karena mudah diperoleh dan ekonomis. Selain pasir, media penyaring lain yang dapat digunakan adalah karbon aktif, *anthracite*, *coconut shell*, dan lain-lain. Filtrasi diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau, dan Fe sehingga diperoleh air yang bersih memenuhi standar kualitas air minum. (Joko, 2010).

Filter pasir cepat atau *rapid sand filter* adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi cepat, berkisar 4 hingga 21 m/jam. Filter ini selalu didahului dengan proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan untuk memisahkan padatan tersuspensi (Masduqi & Assomadi, 2010). *Rapid sand filter* memiliki kecepatan aplikasi hidrolis rata-rata sebesar 120 m³/m².hari hingga 240 m³/m².hari dan filter berkecepatan tinggi memiliki kecepatan aplikasi hidrolis rata-rata di atas 240 m³/m².hari (Qasim, *et al.*, 2000).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan membuat variasi *tray* yaitu 1, 2, 4, 6 dan 8 *tray*. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu konsentrasi pH, Fe, Mn, DO dan TSS. Penelitian dilakukan dengan menyusun variasi yaitu menggunakan 1, 2, 4, 6 dan 8 *tray* yang disesuaikan pula dengan jarak antar *tray* 160 cm dan media batu kapur pada *tray* sebanyak 3 kg. Air baku sebanyak 135 L dialirkan pada unit *multiple tray aerator* dengan debit alat yang telah ditentukan yaitu 0,13 L/detik kemudian ditampung pada bak sedimentasi dan diendapkan selama ± 17 menit. Air diambil pada inlet dan outlet *multiple tray aerator* untuk pengujian Fe, Mn dan pH

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Variasi *Tray* terhadap pH

Jumlah variasi *tray* akan berpengaruh terhadap kenaikan pH akhir, ditunjukkan dalam Tabel 4.1

Tabel 4.1 Pengaruh variasi *tray* terhadap pH

Jumlah <i>Tray</i>	Hasil Analisis Nilai pH		
	Inlet <i>Multiple Tray Aerator</i>	Outlet Sedimentasi	Outlet <i>Rapid Sand Filter</i>
1	5	5,6	7,05
2	5	5,8	6,5
4	4,75	6,15	7,05
6	4,95	6,2	7,15
8	4,55	6,15	7,15

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan pH pada inlet *multiple tray aerator* kondisi asam, setelah melalui proses aerasi dan masuk ke bak sedimentasi kondisi pH meningkat mendekati netral, kemudian air masuk ke unit *rapid sand filter* dan mengalami proses filtrasi nilai pH kondisi netral, Nilai pH berturut-turut pada variasi ke-1 adalah 5; 5,6. dan 7,05. Variasi ke-2 adalah 5; 5,8. dan 6,5. Variasi ke-3 adalah 4,75; 6,15 dan 7,05. Variasi ke-4 adalah 4,95; 6,2, dan 7,15. Variasi ke-5 adalah 4,55; 6,15 dan 7,15. Hal ini telah sesuai dengan baku mutu. Proses kenaikan pH pada outlet bak sedimentasi di masing-masing variasi *tray* juga dapat disebabkan oleh adanya batu

kapur pada media *tray*. Sedangkan kenaikan pH di outlet *rapid sand filter* disebabkan oleh proses filtrasi.

4.2 Pengaruh variasi tray terhadap Fe

Jumlah variasi *tray* akan mempengaruhi nilai Fe pada tiap tahapan yang ditunjukkan dalam Tabel 4.2

Tabel 6.2 Pengaruh variasi tray terhadap Fe

Jumlah Tray	Hasil Analisis Nilai Fe (mg/L)		
	Inlet Multiple Tray Aerator	Outlet Sedimentasi	Outlet Rapid Sand Filter
1	56,97	55,16	0,01
2	38,69	14,73	0,03
4	63,79	60,3	0,06
6	40,46	20,17	BDL
8	56,14	46,34	0,06

Tabel 4.2 menunjukkan nilai Fe pada semua variasi tray pada inlet *multiple tray aerator*, kemudian melalui proses aerasi dan masuk ke bak sedimentasi kadar Fe mengalami penurunan, kemudian air masuk ke unit *rapid sand filter* dan mengalami proses filtrasi sehingga didapatkan kadar Fe outlet *rapid sand filter* yang semakin menurun berturut-turut nilai Fe pada 1 *tray* adalah 56,97; 55,16 dan 0,01 mg/L. Pada 2 *tray* adalah 38,86; 14,73 dan 0,03 mg/L. Pada 3 *tray* adalah 63,79; 60,3 dan 0,06 mg/L. Pada 4 *tray* adalah 40,46; 20,17 dan di bawah deteksi limit (BDL). Pada 5 *tray* adalah 56,14; 6,34 dan 0,06 mg/L. Pada penggunaan variasi 2 da 6 *tray* menunjukkan nilai yang optimal dalam menurunkan Fe.

Penurunan nilai Fe dapat terjadi karena keberadaan batu kapur pada batu kapur, jarak antar *tray* memberikan ruang kontak pada oksigen agar terjadi proses oksidasi Fe yang terkandung dalam air dan proses filtrasi di *rapid sand filter*.

Efisiensi removal Fe dari outlet sedimentasi hingga ke outlet *rapid sand filter* pada variasi 1, 2, 4, 6, dan 8 *tray* secara berturut-turut adalah 99,98 %, 99,80 %, 99,90

%, 100,00 %, 99,87 %. Efisiensi nilai removal Fe secara keseluruhan dari inlet *multiple tray aerator* hingga ke outlet *rapid sand filter* secara berturut-turut adalah 99,98 %, 99,92 %, 99,91 %, 100,00 %, 99,89 %. Efisiensi nilai removal Fe dari inlet *multiple tray aerator* hingga ke outlet sedimentasi yang paling optimum terjadi pada variasi 2 *tray*, sedangkan efisiensi nilai removal Fe secara keseluruhan dari inlet *multiple tray aerator* hingga ke outlet *rapid sand filter* yang paling optimum terjadi pada variasi 6 *tray*.

4.3 Pengaruh Variasi Jumlah Tray Terhadap Mn

Jumlah tray berpengaruh terhadap Mn dapat dilihat dalam Tabel 4.3 berikut

Tabel 4.3 Pengaruh variasi tray terhadap Mn

Jumlah Tray	Hasil Analisis Nilai Mn (mg/L)		
	Inlet <i>Multiple Tray Aerator</i>	Outlet Sedimentasi	Outlet <i>Rapid Sand Filter</i>
1	3,08	3,12	0,36
2	3,12	3,15	< 0,01
4	2,99	3	0,34
6	2,97	1,91	0,09
8	3,1	3,23	0,3

Tabel 4.3 menunjukkan kenaikan nilai Mn pada tiap tahap yang digunakan yaitu nilai Mn pada inlet *multiple tray aerator* dan setelah melalui proses aerasi dan masuk ke bak sedimentasi kadar Mn mengalami kenaikan kemudian mengalami penurunan air masuk ke unit *rapid sand filter* dan mengalami proses filtrasi sehingga didapatkan kadar Mn outlet yang menurun yaitu pada variasi 1 *tray* berturut-turut sebesar 3,08; 3,12 dan 0,36 mg/L, pada 2 *tray* sebesar 3,12; 3,15 dan < 0,01 mg/L, pada variasi 4 *tray* sebesar 2,99; 3 dan 0,34 mg/L, pada variasi 8 *tray* berturut-turut sebesar 3,1; 3,23 dan 0,3 mg/L sedangkan pada variasi 6 *tray* mengalami penurunan pada setiap tahapnya yaitu 2,97, 1,91 dan 0,09 mg/L.

Penurunan nilai Mn pada outlet bak sedimentasi di masing-masing variasi dipengaruhi batu kapur yang ada di media tray yang bertujuan untuk menetralkan pH air baku serta pengaturan jarak antar *tray* yang bertujuan memberikan ruang kontak pada oksigen agar terjadi proses oksidasi Mn yang terkandung dalam air. Namun, penurunan

Mn yang signifikan terjadi di outlet *rapid sand filter* lebih disebabkan oleh proses filtrasi yang terjadi.

Efisiensi nilai removal Mn dari inlet *multiple tray aerator* hingga ke outlet sedimentasi pada variasi 1, 2, 4, 6 dan 8 *tray* secara berturut-turut adalah -1,30 %, -0,96 %, -0,33 %, 35,69 %, dan -4,19 %. Efisiensi nilai removal Mn dari outlet sedimentasi hingga ke outlet *rapid sand filter* secara berturut-turut adalah 88,46 %, 99,68 %, 88,67 %, 95,29 %, dan 90,71 %. Sedangkan efisiensi nilai removal Mn secara keseluruhan dari inlet *multiple tray aerator* hingga ke outlet *rapid sand filter* secara berturut-turut adalah 88,31 %, 99,68 %, 88,63 %, 96,97 %, dan 90,32 %. Efisiensi nilai removal Mn dari inlet *multiple tray aerator* hingga ke outlet sedimentasi yang paling optimum terjadi pada variasi 6 *tray*, sedangkan efisiensi nilai removal Mn secara keseluruhan dari inlet *multiple tray aerator* hingga ke outlet *rapid sand filter* yang paling optimum terjadi pada variasi 2 *tray*.

5. KESIMPULAN

Pada pengolahan dari inlet *multiple tray aerator* hingga ke outlet sedimentasi efisiensi nilai removal optimum untuk parameter Fe terjadi pada variasi 2 *tray* sebesar 61,93 %, Mn pada variasi 6 *tray* sebesar 35,69 %. Selisih kenaikan nilai optimum untuk parameter pH terjadi pada variasi 8 *tray* sebesar 1,6.

Pada pengolahan secara keseluruhan dari inlet *multiple tray aerator* hingga ke outlet *rapid sand filter* efisiensi nilai removal optimum untuk parameter Fe terjadi pada variasi 6 *tray* sebesar 100,00 %, Mn pada variasi 2 *tray* sebesar 99,68 % dan selisih kenaikan nilai optimum untuk parameter pH terjadi pada variasi *tray* ke-5 sebesar 2,6.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, R., Lubis, K.S., Jamilah, 2013, *Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka*, Jurnal Online Agroteknologi, Vol. 1, No. 3, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan, 20155.
- Arief, M., 2012, Pemetaan Muatan Padatan Tersuspensi Menggunakan Data Satelit Landsat (Studi Kasus: Teluk Semangka), Jurnal Penginderaan Jauh, Vol. 9, No. 1.
- Joko, T., 2010, Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum, Cetakan Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Qasim, S.R., Motley, E.M., Zhu, G., 2000, *Water Works Engineering: Planning, Design and Operation*, Prentice Hall PTR, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 07458.
- Salmin, 2005, Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan, Jurnal Oseana, Vol. 30, No. 3.
- Suripin, 2004, *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Sutrisno, C.T., Suciastuti E., 2010, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Cetakan Ketujuh, PT Rineka Cipta, Jakarta.