

SISTEM PENGOLAHAN AIR MINUM SEDERHANA (PORTABLE WATER TREATMENT)

Noerhadi Wiyono, Arief Faturrahman, Isna Syaughiah^{*)}

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan

*E-mail : isnatk@gmail.com

Abstrak- Air merupakan kebutuhan yang paling utama bagi makhluk hidup. Belakangan ini timbul masalah yang sangat krusial yaitu sulit untuk mendapatkan air bersih dan layak untuk dikonsumsi. Banyak sumber air yang biasa dipakai tidak sebagus dulu lagi. Maka perlu dilakukan suatu penelitian pembuatan sistem pengolahan air sederhana dengan variabel waktu dan volume masuk yang cocok untuk kondisi air sungai Martapura dengan mengetahui kualitas air minum yang dihasilkan. Teknologi yang digunakan meliputi pengolahan air yang dilakukan secara fisik (filtrasi dan aerasi), pengolahan kimia (adsorpsi) serta desinfeksi menggunakan UV. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap. Pertama yaitu perancangan portable water treatment itu sendiri yaitu dengan membuat kolom-kolom aerasi, kolom filtrasi, kolom adsorpsi, dan kolom desinfeksi yang mana alat-alat tersebut dibuat bongkar pasang. Kedua, yaitu pengoptimasian alat-alat yang bertujuan untuk menentukan waktu dan volume optimum masing-masing alat. Sehingga akan didapatkan waktu dan volume optimum untuk alat secara keseluruhan. Ketiga, hasil analisa air sungai Martapura. Berdasarkan hasil penelitian didapat bahwa desain alat ini kurang efektif dengan kondisi kualitas sungai air Martapura untuk diolah menjadi air minum yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat sekitar karena kualitas air minum yang dihasilkan belum mencapai standar baku mutu air minum yang ditetapkan. Waktu optimum untuk alat ini adalah 135 s dengan lama desinfeksi selama 2 menit dan volume optimum air masuk adalah sebesar 2 L

Kata kunci: aerasi, filtrasi, adsorpsi, desinfeksi

Abstract- Water is the most important thing for living. Lately it is difficult to get clean water and suitable for consumption. Many water sources are commonly used not as good as it used to be. It needs to research about making a simple water treatment system with variable time and suitable volume for Martapura river conditions by knowing the quality of drinking water that produced. The technology used includes water treatment conducted physically (filtration and aeration), chemical processing (adsorption) and disinfection using UV. This research was conducted in several stages. First is the design of portable water treatment itself is by making the columns of aeration, filtration column, adsorption column, and columns where the disinfection equipment are separated. Second, the optimizing tools that aim to determine the optimum time and volume of each instrument. So it will be obtained the optimum time and volume for whole instrument. Third, the analysis results of Martapura river. Based on research results obtained that the design of this tool is less effective with the quality of Martapura river water conditions to be processed into drinking water that is usually consumed by people around because the quality of drinking water that produced has not reached the standard of specified drinking water quality standard. Optimum time for this tool is 135 s with a disinfection time for 2 minutes and the optimum volume of entering water amounts to 2 L

Keywords: aeration, filtration, adsorption, disinfection

PENDAHULUAN

Sungai adalah tempat-tempat dan wadah - wadah air termasuk sumber daya alam non hayati yang terkandung di dalamnya serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan (PP Republik Indonesia No. 82 thn 2001). Di Kalimantan Selatan, di mana daerahnya di kelilingi banyak sungai yang kondisi airnya tidak layak untuk

dikonsumsi. Berdasarkan uji laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru yang dapat dilihat pada lampiran.

Air sungai tersebut mengandung zat-zat padat yang tersuspensi, berwarna kecoklatan, mengandung pH yang agak tinggi, dan tingkat kekeruhan (*turbidity*) yang juga sangat tinggi. Zat - zat padat yang tersuspensi tersebut salah satunya berasal dari lumpur bagian dasar sungai yang bergerak ke atas akibat dari banyaknya aktifitas

sarana transportasi sungai seperti perahu bermotor (kelotok). Berdasarkan keterangan budaya masyarakat Banjarmasin yang banyak membuang air besar (tinja) langsung ke sungai melalui budaya jamban menyebabkan kandungan bakteri *coliform* yang berasal dari tinja manusia tersebut sangat tinggi di dalam air sungai martapura dan kandungannya jauh berada dari ambang batas toleransi (Zainudin, 2009).

Standar Baku Air Minum

Beberapa persyaratan air minum yang layak minum baik dari segi fisika, kimia, maupun biologinya antara lain sebagai berikut :

Persyaratan Fisika

Air minum harus memenuhi standar uji fisik (fisika), antara lain derajat kekeruhan, bau, rasa, jumlah zat padat terlarut, suhu, dan warnanya. Syarat fisik air yang layak minum sebagai berikut :

a. Kekeruhan

Kualitas air yang baik adalah jernih (bening) dan tidak keruh. Batas maksimal kekeruhan air layak minum menurut PERMENKES RI Nomor 907 Tahun 2002 adalah 5 skala NTU. Kekeruhan air disebabkan oleh partikel - partikel yang tersuspensi di dalam air yang menyebabkan air terlihat keruh, kotor, bahkan berlumpur. Bahan - bahan yang menyebabkan air keruh antara lain tanah liat, pasir, dan lumpur. Air keruh bukan berarti tidak dapat diminum atau berbahaya bagi kesehatan. Namun, dari segi estetika, air keruh tidak layak atau tidak wajar untuk diminum (Awalludin, 2007).

b. Tidak Berbau dan Rasanya Tawar

Air yang kualitasnya baik adalah tidak berbau dan memiliki rasa tawar. Bau dan rasa air merupakan dua hal yang mempengaruhi kualitas air. Bau dan rasa dapat dirasakan langsung oleh indra penciuman dan pengecap. Biasanya, bau dan rasa saling berhubungan. Air yang berbau busuk memiliki rasa kurang (tidak) enak. Dilihat dari segi estetika, air berbau busuk tidak layak dikonsumsi. Bau busuk merupakan sebuah indikasi bahwa telah atau sedang terjadi proses pembusukan (dekomposisi) bahan-bahan organik oleh mikroorganisme di dalam air. Selain itu, bau dan rasa dapat disebabkan oleh senyawa fenol yang terdapat di dalam air (Efendi, 2003).

c. Jumlah Padatan Terapung

Perlu diperhatikan, air yang baik dan layak untuk diminum tidak mengandung padatan terapung dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (1000 mg/L). Padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan - bahan kimia anorganik dan gas - gas

yang terlarut. Air yang mengandung jumlah padatan melebihi batas menyebabkan rasa yang tidak enak, menyebabkan mual, penyebab serangan jantung (*cardiacdisease*), dan *tixaemia* pada wanita hamil (Efendi, 2003).

d. Suhu Normal

Air yang baik mempunyai temperatur normal, 8° dari suhu kamar (27°C). Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya, fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Jadi, apabila kondisi air seperti itu sebaiknya tidak diminum.

e. Warna

Warna pada air disebabkan oleh adanya bahan kimia atau mikroorganik (*plankton*) yang terlarut di dalam air. Warna yang disebabkan bahan - bahan kimia disebut *apparent color* yang berbahaya bagi tubuh manusia. Warna yang disebabkan oleh mikroorganisme disebut *true color* yang tidak berbahaya bagi kesehatan. Air yang layak dikonsumsi harus jernih dan tidak berwarna. PERMENKES RI Nomor 907 Tahun 2002 menyatakan bahwa batas maksimal warna air yang layak minum adalah 15 skala TCU (Awalludin, 2007).

Persyaratan Kimia

Standar baku kimia air layak minum meliputi batasan derajat keasaman, tingkat kesadahan, dan kandungan bahan kimia organik maupun anorganik pada air. Persyaratan kimia sebagai batasan air layak minum sebagai berikut:

a. Derajat Keasaman (pH)

pH menunjukkan derajat keasaman suatu larutan. Air yang baik adalah air yang bersifat netral (pH = 7). Air dengan pH kurang dari 7 dikatakan air bersifat asam, sedangkan air dengan pH di atas 7 bersifat basa. Menurut PERMENKES RI Nomor 907 Tahun 2002, batas pH minimum dan maksimum air layak minum berkisar 6,5-8,5. Khusus untuk air hujan, pH minimumnya adalah 5,5. Tinggi rendahnya pH air dapat mempengaruhi rasa air. Maksudnya, air dengan pH kurang dari 7 akan terasa asam di lidah dan terasa pahit apabila pH melebihi 7.

b. Kandungan Bahan Kimia Organik

Air yang baik memiliki kandungan bahan kimia organik dalam jumlah yang tidak melebihi batas yang ditetapkan. Dalam jumlah tertentu, tubuh membutuhkan air yang mengandung bahan kimia organik. Namun, apabila jumlah bahan kimia organik yang terkandung melebihi batas dapat menimbulkan

gangguan pada tubuh. Hal itu terjadi karena bahan kimia organik yang melebihi batas ambang dapat terurai jadi racun berbahaya. Bahan kimia organik tersebut antara lain NH_4 , H_2S , SO_4^{2-} , dan NO_3 .

c. Kandungan Bahan Kimia Anorganik

Kandungan bahan kimia anorganik pada air layak minum tidak melebihi jumlah yang telah ditentukan. Bahan - bahan kimia yang termasuk bahan kimia anorganik antara lain garam dan ion - ion logam (Fe, Al, Cr, Mg, Ca, Cl, K, Pb, Hg, Zn).

d. Tingkat Kesadahan

Kesadahan air disebabkan adanya kation (ion positif) logam dengan valensi dua, seperti Ca^{2+} , Mn^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , dan Mg^{2+} . Secara umum, kation yang sering menyebabkan air sadah adalah kation Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Kation ini dapat membentuk kerak apabila bereaksi dengan air sabun. Sebenarnya, tidak ada pengaruh derajat kesadahan bagi kesehatan tubuh. Namun, kesadahan air dapat menyebabkan sabun atau deterjen tidak bekerja dengan baik (tidak berbusa). Berdasarkan PERMENKES RI Nomor 907 Tahun 2002, derajat kesadahan (CaCO_3) maksimum air yang layak minum adalah 500 mg per liter (Efendi, 2003).

Persyaratan Biologi

a. Tidak Mengandung Organisme Patogen

Organisme patogen berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa mikroorganisme patogen yang terdapat pada air berasal dari golongan bakteri, protozoa, dan virus penyebab penyakit.

- Bakteri *Salmonella typhi*, *Sighella dysentia*, *Salmonella paratyphi*, dan *Leptospira*.

- Golongan protozoa seperti *Entoniseba histolyca* dan *Amebic dysentery*.

- Virus *Infectus hepatitis* merupakan penyebab hepatitis.

b. Tidak Mengandung Mikroorganisme Nonpatogen

Mikroorganisme nonpatogen merupakan jenis mikroorganisme yang tidak berbahaya bagi kesehatan tubuh. Namun, dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak, lender, dan kerak pada pipa. Beberapa mikroorganisme nonpatogen yang berada di dalam air sebagai berikut:

- Beberapa jenis bakteri, antara lain *Actinomycetes (Moldlikose bacteria)*, Bakteri coli (*Coliform bacteria*), *Fecal streptococci*, dan Bakteri Besi (*Iron Bacteria*).

- Sejenis ganggang atau *Algae* yang hidup di air kotor menimbulkan bau dan rasa tidak enak pada air.

- Cacing yang hidup bebas di dalam air (*free living*)

(Awalludin, 2007).

Teknologi Pengolahan Air Tanah Menjadi Air Minum pada Skala Rumah Tangga

Teknologi pengolahan air tanah melalui beberapa tahapan yaitu :

Aerasi

Aerasi merupakan istilah lain dari tranfer gas dengan penyempitan makna, lebih dikhususkan pada transfer gas (khususnya oksigen) dari fase gas ke fase cair. Fungsi utama aerasi dalam pengolahan air adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air, dalam campuran tersuspensi lumpur aktif dalam bioreaktor dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air, serta membantu pengadukan air. Pada alat pengolahan air sungai ini digunakan *tray aerator*. Yaitu *aerator* yang disusun secara bertingkat. Tujuan transfer gas dalam pengolahan air adalah :

1. Untuk mengurangi konsentrasi bahan penyebab rasa dan bau, seperti hidrogen sulfida dan beberapa senyawa organik, dengan jalan penguapan atau oksidasi.
2. Untuk mengoksidasi besi dan mangan.
3. Mengurangi rasa dan bau.
4. Untuk melarutkan gas ke dalam air (seperti penambahan oksigen ke dalam air tanah dan penambahan karbon dioksida setelah pelunakan air).

Filtrasi

Filtrasi atau penyaringan (*filtration*) adalah pemisahan partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida itu melalui suatu medium penyaring atau *septum*, di mana zat padat itu tertahan. Dalam industri, filtrasi ini meliputi ragam operasi mulai dari penapisan sederhana sampai separasi yang amat rumit (Mc Cabe, 1999). *Sand filter* adalah *filter* yang terbuat dari bahan pasir kuarsa dengan diameter 1 s/d 2 mm yang berguna untuk melakukan penyaringan material non air yang berupa *algae* atau golongan ganggang-ganggang yang terdapat dalam air baku dari sumber, sehingga tidak sampai mempengaruhi kualitas air pada akhir produk yang dihasilkan.

Carbon filter adalah karbon aktif sebagai sarana proses filterisasi dengan tujuan mengadakan penyaringan untuk jenis-jenis material yang terdapat dalam air, seperti bau, kekeruhan, serta warna-warna yang mungkin timbul pada air baku dan menyaring kotoran dengan ukuran antara 1 s/d 2 mm. Awalludin (2007) melakukan penelitian dengan menggunakan media filtrasi dengan campuran antara media pasir silika dan zeolit dengan perbandingan 40 : 60, dapat menurunkan kandungan Fe dan Mn secara signifikan dan

kualitas air yang dihasilkan sudah memenuhi standart baku air minum.

Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa di mana terikatnya molekul dari suatu fasa gas atau larutan pada permukaan suatu padatan. Molekul - molekul yang terikat pada permukaan disebut adsorbat, sedangkan yang mengikat adsorbat disebut dengan adsorben (Massel, 1996).

Adsorpsi terjadi karena molekul - molekul pada permukaan zat padat atau zat cair yang memiliki gaya tarik dalam keadaan tidak setimbang yang cenderung tertarik ke arah dalam (gaya kohesi adsorben lebih besar daripada gaya adhesinya). Ketidakseimbangan gaya tarik tersebut mengakibatkan zat padat atau zat cair yang digunakan sebagai adsorben cenderung menarik zat-zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya (Sudirjo, 2005).

Desinfeksi

Air lewat melalui suatu pipa bersih untuk dipanaskan dengan sinar *Ultra violet* (UV). Sinar *ultra violet* (UV) dapat secara efektif menghancurkan virus dan bakteri. Sistem UV ini tergantung pada jumlah energi yang diserap sehingga dapat menghancurkan organisme yang terdapat pada air tersebut. Jika energi tidak cukup tinggi, maka material organisme genetik tidak dapat dihancurkan. Keuntungan menggunakan UV meliputi :

1. Tidak beracun atau tidak berbahaya
2. Menghancurkan zat pencemar organik.
3. Menghilangkan bau atau rasa pada air.
4. Memerlukan waktu kontak yang singkat (memerlukan waktu beberapa menit).
5. Meningkatkan kualitas air karena gangguan zat pencemar organik.
6. Dapat mematikan mikroorganisme *pathogenic*.
7. Tidak mempengaruhi mineral di dalam air.

Kerugian-Kerugian dari menggunakan UV meliputi :

1. UV radiasi tidak cocok untuk air dengan kadar *suspended solids* tinggi, kekeruhan, warna, atau bahan organik terlarut. Bahan ini dapat bereaksi dengan UV radiasi, dan mengurangi *performance* desinfeksi. Tingkat kekeruhan tinggi dapat menyulitkan sinar radiasi menembus air dan *pathogen*.
2. Sinar UV tidak efektif terhadap zat pencemar mengandung banyak bahan- kimia organik, klor, asbestos dan lain - lain.
3. Memerlukan listrik untuk beroperasi. Dalam situasi keadaan darurat ketika listrik mati, maka alat tersebut tidak akan bekerja.
4. UV umumnya digunakan sebagai pemurnian akhir pada sistem filtrasi. Jika ingin

mengurangi zat pencemar seperti virus dan bakteri, maka masih perlu menggunakan suatu karbon untuk menyaring atau dengan sistem osmosis sebagai tambahan terhadap UV (Sutrisno, 1987).

Zeolit dan karbon aktif

Zeolit juga baik untuk pasir dan karbon aktif berdasarkan pada kapasitas perubahan kationnya yang tinggi. Pasir dan karbon aktif tidak sama dengan zeolit untuk kapasitas perubahan kation. Zeolit juga dapat menyerap metal berat, bau, kopi, darah, cat, sampah radioaktif, arsenik, dan bahan - bahan beracun lain yang dapat ditemukan di air. Zeolit juga dapat menyerap beberapa bagian gas seperti *formaldehyde*, *kloroform*, dan karbon monoksida. Partikel zeolit juga berperan sebagai bibit untuk menumbuhkan flok bakteri dengan menambah pergerakan bakteri tiap volume unit. Keuntungan menggunakan zeolit dalam *system* penyaringan fisik, antara lain :

1. Dapat membuat air yang berada dalam kondisi pH asam menjadi lebih netral berdasarkan kapasitas perubahan kationnya yang besar.
2. Menambah laju aliran secara gravitasi dan sistem pengatur tekanan apabila dibandingkan dengan *system* penyaring yang menggunakan media pasir/antrasit.
3. Kapasitas penyaringan dapat bertambah tanpa adanya penambahan biaya.
4. Kapasitas pengangkutan yang lebih besar pada permukaan wilayah yang besar menghasilkan kapasitas yang lebih besar juga.
5. Zeolit dapat berfungsi sebagai perisai penyaringan fisik untuk bakteri patogen (bakteri dan spora).

Karbon berpori atau lebih dikenal dengan nama karbon aktif, digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan warna, pengolahan limbah, serta pemurnian air. Karbon aktif akan membentuk *amorif* yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas dan memiliki permukaan dalam yang berongga, warna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi. Karbon aktif merupakan senyawa karbon, yang dapat dihasilkan dari bahan - bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori - pori dan luas permukaan (Awalludin, 2007).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melihat variabel sampel air yang digunakan, yaitu air sungai martapura di Desa Tambak Anyar Jalan A. Yani Km. 44 untuk melihat keefektifan dari alat sistem pengolahan air minum sederhana ini dalam mengolah air minum. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan dan dilakukan di tiga tempat berbeda, yaitu BLK Prov. Kalsel, Laboratorium OTK Teknik Banjarbaru dan BBTCL-PPM Banjarbaru.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat instalasi alat *portable water treatment*, gelas ukur 1000 mL, dan *beaker glass* 500 mL. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah air sungai Martapura, zeolit, arang aktif, dan pasir kuarsa PDAM (1000 dan 710 μm).

Prosedur Penelitian

Proses Pembuatan Alat

- A. Pembuatan Rangka
Rangka dibuat dari pipa besi $\frac{3}{4}$ in, perangkaian rangka ini dibantu dengan las listrik.
- B. Pembuatan Tray Aerator
Tray aerator dibuat dari plat besi sebagai dinding dan plat alumunium sebagai alasnya. Tray aerator dibuat menjadi 3 bagian, dengan alas tray menggunakan variasi lubang 5 , 3 , dan 2 mm. Aerator dipasang di antara tray aerator untuk mengalirkan oksigen pada saat air melewati tray.
- C. Pembuatan Sand filter
Sand filter dibuat dari toples plastik besar, yang dibagi menjadi 3 bagian yaitu kerikil dan pasir yang berbeda ukuran . Pasir yang digunakan adalah pasir kuarsa PDAM dengan ukuran 1000 dan 710 μm . Pasir sebelumnya dicampur dengan zeolit dengan perbandingan 3:1.
- D. Pembuatan Kolom Adsorpsi
Kolom adsorpsi dibuat dari toples plastik dengan ukuran yang sama pada sand filter, kolom ini diisi dengan karbon aktif dengan ketinggian 10 cm, sebagai penyaringnya digunakan kawat streamin. Hasil dari proses tersebut dialirkan dengan menggunakan kran.
- E. Pembuatan Kolom Desinfeksi
Pembuatan kolom desinfeksi dibuat dari pipa paralon 4 in dengan panjang 35 cm. Di dalam pipa tersebut dirangkai alat lampu UV 8 watt sebanyak 2 buah dan lampu neon $\frac{3}{4}$ in . Terlebih dahulu lampu neon dibersihkan terlebih dahulu agar panas dan penyinaran dari lampu UV di terima dengan sempurna. Air dari kolom adsorpsi akan masuk ke dalam kolom desinfeksi melewati lampu neon.

Proses Pengolahan Air Minum

- A. Pengujian Awal
Masing – masing sampel terlebih dahulu dilakukan pengujian terlebih dahulu sebagai pembandingan hasil pengolahan dari alat ini. Pengujian ini meliputi fisika, kimia, dan biologi.
- B. Optimasi Variasi Waktu Dan Volume Umpan Masuk
 - Optimasi Waktu Setiap Stage Dengan Volume 1 L
Menyusun alat sesuai gambar, kemudian air sungai martapura sebanyak 1 L dimasukkan kedalam setiap alat melewati lubang yang telah disiapkan lalu mengamati dan mencatat waktu air sungai melewati setiap alat. Tampung volume dan ukur volume yang dihasilkan setiap alat, kemudian masukkan ke perhitungan sehingga didapat waktu optimum setiap alat untuk volume 1 L lalu mentotal waktu yang dihasilkan sebagai acuan awal untuk mengoptimasi alat secara keseluruhan.
 - Optimasi waktu alat secara keseluruhan dengan volume 1 L
Menyusun alat sesuai gambar kemudian memasukkan air sungai martapura sebanyak 1 L ke dalam alat. Amati dan tampung air yang dihasilkan dari alat tersebut dengan waktu total yang diperoleh dari optimasi waktu setiap awal. Ukur volume air yang ditampung dengan gelas ukur kemudian mengulang percobaan dengan waktu yang bervariasi (110 dan 120 s) sehingga didapatkan volume air yang terbesar, lalu masukkan data volume ke dalam perhitungan, kemudian mendapatkan waktu optimum alat secara keseluruhan dengan volume air masuk sebanyak 1 L
 - Optimasi Volume Air Masuk Dengan Waktu Optimum
Menyusun alat sesuai gambar kemudian memasukkan air sebanyak 1 L ke dalam alat lalu mengamati dan menampung air yang dihasilkan dari alat dengan waktu optimum yang didapat dari percobaan yang terdahulu. kemudian mengukur volume air yang dihasilkan dengan gelas ukur. Mengulang percobaan dengan variasi volume air masuk, yaitu 2 L dan 3 L lalu masukkan ke dalam perhitungan sehingga didapatkan volume optimum dan waktu optimum.
 - Optimasi Waktu Untuk Stage 4 (Kolom Desinfeksi)
Mengisi sebanyak 325 mL air sungai martapura ke dalam *beaker glass* 500 mL, mengukur suhu air tersebut dengan

termometer, sebagai suhu awal kemudian masukkan air tersebut kedalam kolom desinfeksi setelah itu mendinginkan selama 5 menit. Mengeluarkan air tersebut dan menampung air tersebut, kemudian mengukur suhu kembali sebagai suhu akhir lalu masukkan data temperatur, untuk mendapatkan perbedaan suhunya. Mengulang percobaan dengan waktu bervariasi, yaitu 10, 20, dan 30 menit untuk mendapatkan perbedaan suhu terbesar.

C. Pengujian Air Sampel

Hubungkan alat dengan listrik untuk menghidupkan alat aerator dan lampu UV kemudian air sungai martapura sebanyak volume optimum dari prosedur B dimasukkan kedalam alat melewati lubang yang telah disiapkan dengan menggunakan waktu optimum dari prosedur B lalu mendinginkan kembali selama 20 menit, kemudian membuka kran kolom desinfeksi setelah itu mengambil sampel hasil pengolahan alat ini, kemudian melakukan pengujian. Menentukan keefektifan alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Waktu Dan Volume Masuk

Setelah alat *portable water treatment* selesai, terlebih dahulu dilakukan pengecekan untuk mengecek apakah alat ini layak untuk digunakan. Untuk melihat seberapa keefektifan dari alat ini, dilakukan pengujian berupa waktu dan volume optimum yang digunakan alat ini untuk menghasilkan air minum yang memenuhi standar. Proses optimasi ini divariasikan waktu dan volume masuk yang digunakan untuk alat. Untuk mendapatkan waktu dan volume air masuk, digunakan model peramalan dengan rumus persamaan regresi linear. Persamaan yang digunakan adalah SEE (*Standart Error of Estimate*) yang sering digunakan untuk menghitung TSS, BOD, COD dan lainnya yang menggunakan metode peramalan untuk mendapatkan hasil yang optimum.

Berdasarkan perhitungan waktu optimum yang dihasilkan dari alat kecuali stage 4 tersebut adalah 135 s, dengan volume awal 1000 mL. Digunakan volume awal 1000 mL, agar didapatkan hasil yang baik, pengamatan yang

mudah dan mendapatkan waktu yang singkat. Sedangkan untuk volume optimum pada alat tersebut kecuali stage 4 dengan waktu optimum, yaitu 135 s didapatkan sebesar 2 L. Optimasi waktu dan volume masuk ini berdasarkan volume akhir yang dihasilkan dari alat ini. Optimasi ini diharapkan volume yang masuk sama dengan volume yang keluar dengan waktu tercepat.

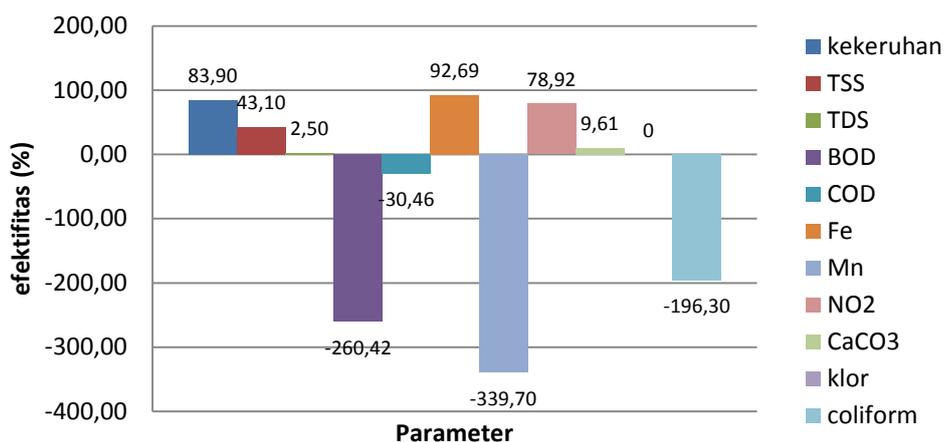
Untuk Stage 4 (desinfeksi), volume optimum yang didapat berdasarkan perhitungan volume lampu neon yang digunakan yaitu sebesar 325 mL, sedangkan untuk waktu optimum adalah berdasarkan perbedaan suhu tiap waktu ke waktu. Berdasarkan hal itu didapatkan waktu optimum adalah sebesar 20 menit dengan perbedaan suhu yang dihasilkan adalah sebesar 20°C. Perbedaan suhu ini digunakan karena kolom desinfeksi menggunakan lampu UV 8 watt yang menghasilkan panas, walaupun sebenarnya bukan panas yang digunakan pada alat ini sebagai mengurangi bakteri yang terkandung dalam sampel air melainkan penyinarannya. Namun sebagai parameter yang dapat diamati adalah panas, sehingga untuk mendapatkan waktu optimumnya adalah melihat perbedaan suhu yang terbesar.

Kualitas Air Minum Yang Dihasilkan

Berdasarkan hasil pengujian kualitas air minum yang dihasilkan oleh alat terlihat bahwa kualitas air minum belum dapat dinyatakan air yang dihasilkan belum layak untuk dikonsumsi karena ada parameter yang belum mencapai standar baku mutu yang ditetapkan, bahkan ada parameter yang mengalami kenaikan sehingga melebihi standar baku mutu yang ditetapkan.

Keefektifan Alat

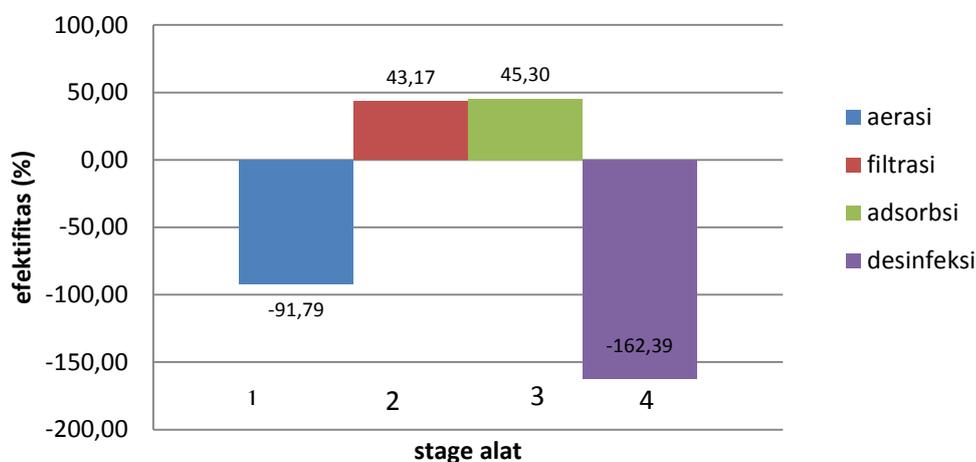
Untuk melihat keefektifan alat ini, dapat dilihat dari kualitas air sungai awal sebelum dilewatkan ke alat ini dan setelah dilewatkan alat ini. Sampel air yang digunakan adalah air sungai martapura, lokasi pengambilan air sampel ini adalah di Desa Tambak Anyar Jalan A. Yani km. 44, lokasi ini diambil karena daerah sekitar lokasi tersebut masyarakat tergantung dengan sungai tersebut untuk memenuhi kebutuhan mereka, khususnya sebagai air minum. Hal ini disebabkan oleh air bersih PDAM belum sampai ke daerah tersebut karena faktor topografi yang sangat sulit.



Gambar 1. Hubungan Efektifitas dengan Parameter Kualitas Air Sungai Martapura

Dari gambar 1 terlihat bahwa alat ini dapat menurunkan beberapa parameter, yaitu kekeruhan, TSS, TDS, Fe, NO₂, dan CaCO₃. Hal ini, terlihat dari efektifitas bernilai positif yang menandakan bahwa terjadi penurunan parameter. Penurunan ini diakibatkan oleh proses filtrasi dari pasir dan zeolit, serta proses adsorpsi oleh karbon aktif yang telah diaktifkan. Parameter yang mempunyai nilai efektifitas negatif yang berarti mengalami kenaikan, yaitu BOD, COD, Mn dan coliform. Untuk BOD dan COD, kenaikan ini jika dikaitkan dengan alat ini diakibatkan oleh kapasitas aerasi yang belum efektif, sehingga kontak air dengan oksigen kurang maksimal. Hal ini disebabkan oleh, waktu kontak yang sangat singkat antara oksigen dan air serta kapasitas udara yang dikontakkan masih kurang maksimal sehingga proses oksidasi baik oksidasi biologi dan kimianya pun kurang maksimal. Untuk Mn, terjadi kenaikan karena diakibatkan aerasi pula. Hal ini disebabkan oleh aliran udara yang kurang merata sehingga

membuat logam Mn kurang sempurna terurai, sebelum dimasukkan kepengolahan air minum, logam Mn masih tertutup oleh lumpur sehingga pada saat pengujian jumlah logam Mn sangat kecil sedangkan setelah terjadi pengolahan khususnya pada proses aerasi logam akan terurai dari lumpur tersebut dan karena aliran yang kurang merata sehingga proses oksidasi logam Mn kurang maksimal sehingga mengakibatkan jumlah logam Mn pada akhir proses mengalami kenaikan. Untuk parameter biologi, yaitu bakteri coliform juga terjadi kenaikan, hal ini disebabkan oleh faktor alat pada stage 4 (desinfeksi). Akibat dari kekuatan sinar UV yang kurang maksimal untuk mendesinfeksi air sungai martapura sehingga sinar tidak bisa menembus air dan bakteri yang mengakibatkan sinar UV tidak dapat menghancurkan bakteri. Lama penyinaran kurang maksimal sehingga proses desinfeksi pun kurang maksimal.



Gambar 2. Hubungan Efektifitas dengan Alat Pada Setiap Stage

Dari gambar 2 terlihat bahwa stage yang mempunyai nilai positif adalah stage 2 dan stage 3, yaitu filtrasi dan adsorbsi. Hal ini menunjukkan bahwa stage ini mampu atau efektif dalam menurunkan parameter-parameter yang menjadi unsur dalam kualitas air minum. Sedangkan stage 1 dan 4 yang mempunyai nilai negatif, yang berarti belum mampu atau kurang efektif digunakan dalam mengolah air minum. Oleh karena itu, bisa dikatakan bahwa alat ini secara keseluruhan belum mampu mengolah air minum dari air sungai martapura. Hal ini dikaitkan oleh uraian diatas mengenai parameter-parameter yang mengalami kenaikan. Melihat secara keseluruhan, maka alat ini masih kurang efektif dalam mengolah air minum dari air sungai martapura, sehingga perlu ada rancang ulang pada desain alat ini khususnya pada stage 1 dan 4.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Desain alat ini kurang efektif dengan kondisi kualitas sungai air martapura untuk diolah menjadi air minum yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat sekitar karena kualitas air minum yang dihasilkan belum mencapai standar baku mutu air minum yang ditetapkan.
2. Waktu optimum untuk alat ini adalah 135 s dengan lama desinfeksi selama 2 menit dan volume optimum air masuk adalah sebesar 2 L.

SARAN

Teknologi pengolahan air tanah ini masih memiliki banyak kekurangan, diantaranya debit yang dihasilkan masih kecil. bentuk dari alat masih besar dan berat sehingga tidak mudah untuk dipindahkan. Desain alat pada stage aerasi dan desinfeksi perlu didesain ulang, yaitu dengan penambahan lama waktu kontak dan kapasitas kekuatan aerasi dan lampu UV, serta kebersihan alat dan proses juga perlu diperhatikan. Oleh karena itu perlu pengembangan lanjutan dari alat ini agar efektifitas dari alat ini akan menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaluddin, N., 2007. *Teknologi Pengolahan Air Tanah Sebagai Sumber Air Minum Pada Skala Rumah Tangga*. LEM-FTSP UII. Yogyakarta.
- Biegel, J.E., 1963, *Production Control A Quantitative Approach*, Prentice-Hall., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Massel, R.I., 1996. *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Mc-Cabe, W. L., 1999. *Operasi Teknik Kimia*. Jilid 2. Erlangga. Jakarta.
- Reynolds, T.D., 1982. *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*. Texas A & M University, Brooks/Cole Engineering Division. Monterey, California, USA.
- Sudirjo, E., 2005. *Penentuan distribusi Benzene-Toluena pada Kolom Adsorpsi Fixed bed*

- Karbon aktif. Skripsi.* Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Sutrisno dan Suciati.,1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih.* Penerbit Rineka Cipta Karya. Jakarta.
- Walpole, E. W., 1997, "*Pengantar Statistika*" PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta