

## PERBEDAAN JUMLAH TRAY DENGAN METODE *MULTIPLE TRAY AERATOR* PIRAMIDA TERHADAP PENURUNAN MANGAN AIR BERSIH PT. X

Wishas Muhammad Faudzan, Lubis Bambang Purnama, Ati Nurhayati  
Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Bandung  
Email : lubisbambangpur@gmail.com

**ABSTRACT** : Clean water PT. Adetex Filaments are sourced from surface water. Manganese (Mn) levels in clean water at PT. Adetex Filament after inspection is 1.10 mg/L and exceeds the quality standard, it is necessary to carry out an aeration process using the multiple tray aerator method. The purpose of this study was to reduce levels of Manganese (Mn) in clean water and to determine the difference in the effect of the number of trays on the aeration process with the multiple tray aerator method with 3 trays, 5 trays, and 7 trays. This type of research is experimental research design with pretest-posttest without control. The population in this study is all clean water used in PT. Adetex Filament. Some of the clean water is taken from the population, the sampling technique is grab sampling, the data collection technique is by checking Mn, pH and temperature. Nivatiat analysis and bivariate analysis with One-Way Anova test and *Posh Hoc* test. The average initial Mn content in clean water is 1.12 mg/L. The average level of Mn in clean water after the aeration process with 3 trays is 0.83 mg/L with a percentage decrease of 23.8%, 5 trays 0.62 mg/L with a percentage decrease of 44.4% and 7 trays that is 0.22 mg/L with a percentage decrease of 79.7%. The test carried out in this study is the One-Way Anova test with the results of the statistical test, namely *p. value*  $0.002 < 0.05$  so that there are differences in the number of trays in the aeration process with the multiple tray aerator method on the decrease in Mn levels.

**Key words** : Clean water, Manganese (Mn) content, Multiple tray aerator

**ABSTRAK** : Air bersih PT. Adetex Filamen bersumber dari air permukaan. Kadar Mangan (Mn) pada air bersih di PT. Adetex Filamen setelah dilakukan pemeriksaan adalah 1,10 mg/L dan melebihi baku mutu, perlu dilakukan proses aerasi dengan metode *multiple tray aerator*. Tujuan penelitian untuk menurunkan kadar Mn pada air bersih dan mengetahui perbedaan pengaruh jumlah tray pada proses aerasi dengan metode *multiple tray aerator* dengan tray 3 tray, 5 tray, dan 7 tray. Jenis penelitian eksperimen dengan desain penelitian *pretest-posttest without control*. Populasi pada penelitian ini yaitu seluruh air bersih yang digunakan di PT. Adetex Filamen. Sebagian air bersih yang diambil dari populasi, teknik pengambilan sampel dengan grab sampling, teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pemeriksaan Mn, pH dan suhu. Analisis univariat dan analisis bivariat dengan uji *One-Way Anova* dan uji *Posh Hoc*. Rata-rata kadar Mn) awal pada air bersih yaitu 1,12 mg/L. Rata-rata kadar Mn pada air bersih setelah dilakukan proses aerasi dengan jumlah 3 tray yaitu 0,83 mg/L dengan persentase penurunan 23,8%, 5 tray 0,62 mg/L dengan persentase penurunan 44,4% dan 7 tray yaitu 0,22 mg/L dengan persentase penurunan 79,7%. Uji yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji *One-Way Anova* dengan hasil analisis yaitu *p. value*  $0,002 < 0,05$  sehingga terdapat perbedaan jumlah tray pada proses aerasi dengan metode *multiple tray aerator* terhadap penurunan kadar Mn.

**Kata Kunci** : Air bersih, Kadar Mangan (Mn), Multiple Tray Aerator

## PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang dibutuhkan dalam kehidupan makhluk hidup. Manusia membutuhkan sumber daya air yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari maupun kebutuhan lain. Kebutuhan manusia akan air ini selalu bertambah dan meningkat. Terutama pada era globalisasi saat ini, manusia membutuhkan air untuk berbagai hal misalnya untuk pembangunan, membersihkan tubuh dan masih banyak lainnya. Tubuh manusia pun sebagian besar mengandung air. Tubuh manusia dewasa, 55-60% berat badannya terdiri dari air, pada anak-anak 65% dan bayi sekitar 80% (Santoso, 2010).

Air merupakan sumber daya alam yang menjadi sumber kehidupan bagi seluruh makhluk hidup yang ada di bumi ini, tak ada yang bisa menyangkal, bahwa air merupakan elemen penting dalam kehidupan manusia, tidak saja untuk dikonsumsi, kebutuhan akan air juga menopang banyak aktivitas manusia (Kodoatie, 2005).

Air di permukaan bisa mengandung zat mangan (Mn) yang cukup besar. Adanya kandungan Mn dalam air menyebabkan warna air berubah menjadi kuning kecoklatan setelah beberapa saat kontak dengan udara, selain mengganggu kesehatan juga dapat menimbulkan bau yang tidak sedap serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak dan bercak-bercak kuning pada pakaian (Damayati,dkk., 2016).

Aerator memiliki beberapa jenis salah satunya adalah *multiple tray aerato*. Aerator jenis ini memiliki susunan yang sederhana, ekonomis dan tidak membutuhkan ruangan yang luas. Terdiri dari 4-8 tray dengan penataan vertical maupun pyramid. Bahan pembuat tray dapat berupa semen, asbes, plastic PVC, logam, kayu. Pemerataan sebaran air dilakukan dengan pengisian kerikil kasar dengan ketebalan  $\pm 10$ cm di dalam tray. Isian juga dapat berupa lapisan batu apung atau arang yang berperan sebagai katalisator dan meningkatkan penggumpalan besi dalam air. menurut ASCE & AWWA (1997) Jarak antar tray biasanya

adalah 20-75 cm dan debit sebesar 50-75 m<sup>3</sup> /hari.( Popel 1974)

Hasil penelitian Handika Resvandry, Edward HS, Shinta Elystia (2018) terkait penurunan kadar mangan (Mn) dalam air dengan menggunakan metode tray aerator. Tray aerator dapat meningkatkan waktu kontak udara dengan air agar membiarkan mengalir ke bawah pada penampang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tray aerator dalam menghilangkan konsentrasi mangan (Mn) pada variasi jumlah tray (3, 5, dan 7 tray). Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan mangan (Mn) terbaik terjadi pada variasi 7 tray yaitu sebesar 99,65%.

Karakter fisik air bersih yang digunakan oleh PT. X memiliki ciri-ciri keruh, berwarna kuning, berbau karat, serta menimbulkan noda kecoklatan pada keramik kamar mandi. Berdasarkan ciri-ciri fisik air tersebut, air bersih PT. X diduga mengandung kelebihan zat Mangan (Mn), belum pernah dilakukan pemeriksaan berkala, berdasarkan dilakukan pemeriksaan kadar

Mangan (Mn) terhadap air bersih tersebut. Hasil pemeriksaan kadar Mn air bersih yang dilakukan oleh peneliti dilaboratorium dan didapatkan kadar Mn air bersih yaitu sebesar 1,20mg/L, 1,25mg/L, hasil pemeriksaan kadar Mn air bersih yang dilakukan dilaboratorium didapatkan kadar Mn air bersih yaitu sebesar 1,10 mg/L. Kadar Mn tersebut telah melebihi kadar maksimum yang ditetapkan pemerintah melalui Peraturan Menteri Kesehatan RI (PERMENKES) Nomor 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum yaitu sebesar 0,5 mg/L.

#### **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian eksperimen dengan desain penelitian *pretest-posttest without control*. Populasi pada penelitian ini yaitu seluruh air bersih yang digunakan di PT. Adetex Filamen. Sebagian air bersih yang diambil dari populasi, dan teknik

pengambilan sampel dengan grab sampling. Analisis univariat untuk melihat gambaran dan distribusi frekuensi, dan analisis bivariat dengan uji *One-Way Anova* dan uji *Post Hoc* untuk melihat perbedaan jumlah tray dan efektifitas.

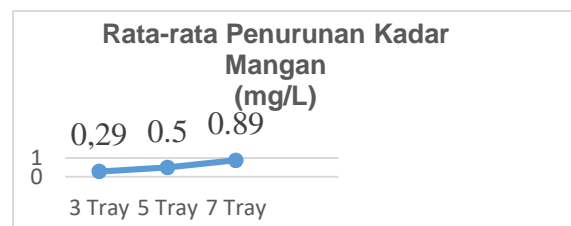
## HASIL

**Tabel 1. Kadar (Mn) pada Air Bersih PT. Adetex Filamen Sebelum dan Setelah dilakukan Proses Aerasi dengan Metode Multiple Tray Aerator**

| Pengulangan      | Perbedaan Jumlah Tray |                 |                |                 |
|------------------|-----------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                  | 3 tingkat             |                 | 5 tingkat      |                 |
|                  | Pretest (mg/L)        | Posttest (mg/L) | Pretest (mg/L) | Posttest (mg/L) |
| 1                | 1,14                  | 0,80            | 0,68           | 0,22            |
| 2                | 1,05                  | 0,86            | 0,67           | 0,18            |
| 3                | 1,23                  | 0,94            | 0,55           | 0,19            |
| 4                | 1,00                  | 0,79            | 0,59           | 0,23            |
| 5                | 1,17                  | 0,80            | 0,58           | 0,25            |
| 6                | 1,16                  | 0,84            | 0,65           | 0,29            |
| <b>Rata-Rata</b> | <b>1,12</b>           | <b>0,83</b>     | <b>0,62</b>    | <b>0,22</b>     |
| <b>Minimal</b>   | <b>1,00</b>           | <b>0,79</b>     | <b>0,55</b>    | <b>0,18</b>     |
| <b>Maksimal</b>  | <b>1,23</b>           | <b>0,94</b>     | <b>0,68</b>    | <b>0,29</b>     |

Pada tabel 1, dapat dilihat bahwa kadar Mangan (Mn) dalam air sebelum dilakukan Proses aerasi yaitu 1,00 – 1,23 mg/L dengan rata – rata 1,12. Pada jumlah 3 tingkat tray, kadar Mangan (Mn) setelah proses aerasi berkisar antara 0,79 – 0,94 mg/L dengan rata-rata yaitu 0,83 mg/L. Pada jumlah 5 tingkat tray, kadar Mangan (Mn) setelah proses aerasi berkisar antara 0,55 – 0,68 mg/L dengan rata-rata yaitu 0,62

mg/L. Pada jumlah 7 tingkat tray, kadar Mangan (Mn) setelah proses aerasi berkisar antara 0,18 – 0,29 mg/L dengan rata-rata yaitu 0,22 mg/L.



**Gambar 1**  
**Rata-rata Penurunan Kadar Mangan**

Pada gambar 1 diketahui rata-rata penurunan kadar Mangan (Mn) pada air bersih PT. Adetex Filamen setelah dilakukan proses aerasi dengan metode *multiple tray aerator* yang paling rendah yaitu pada jumlah 3 tingkat tray 3 dengan rata-rata penurunan kadar Mangan (Mn) sebesar 0,29 mg/L, kemudian pada jumlah 5 tingkat tray dengan rata-rata penurunan kadar Mangan (Mn) sebesar 0,50 mg/L, sedangkan untuk rata-rata penurunan kadar Mangan (Mn) yang paling banyak yaitu pada jumlah 7 tray dengan rata-rata penurunan kadar mangan (Mn) sebesar 0,89 mg/L.

## PEMBAHASAN

### Penurunan Mangan (Mn) pada Air Bersih

Hasil rata-rata pemeriksaan kadar Mangan (Mn) pada air bersih, dapat diketahui bahwa kadar Mangan (Mn) sebelum dilakukan proses aerasi yaitu 1,12 mg/L, sedangkan setelah dilakukan proses aerasi menggunakan 3 *tray* aerator kadar Mangan (Mn) menjadi 0,83 mg/L dengan penurunan kadar Mangan (Mn) sebesar 0,29 mg/L, pada jumlah 5 *tray* aerator kadar Mangan (Mn) menjadi 0,62 mg/L dengan penurunan kadar Mangan (Mn) sebesar 0,50 mg/L, pada jumlah 7 *tray* aerator kadar Mangan (Mn) menjadi 0,22 mg/L dengan penurunan kadar Mangan (Mn) sebesar 0,89 mg/L. Hasil pemeriksaan kadar Mangan (Mn) yang didapatkan pada jumlah 7 *tray* yaitu 0,22 mg/L ini telah memenuhi persyaratan air bersih menurut PERMENKES NO 32 TAHUN 2017 dengan kadar Mangan (Mn) 0,5 mg/L.

### Suhu terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) pada Air Bersih

Faktor lain yang berpengaruh terhadap penurunan kadar mangan, yaitu suhu air. Adapun hasil pengujian suhu awal tanpa diberikan perlakuan adalah 25 °C. Nilai suhu pada pretest lebih rendah apabila dibandingkan dengan nilai suhu yang lain pada masing - masing variasi, hal ini dapat disebabkan karena suhu semakin meningkat seiring dengan berlangsungnya proses aerasi. Peningkatan suhu ini terjadi karena kadar oksigen yang masuk semakin tinggi Menurut Ashiana (2015). Suhu semakin meningkat seiring dengan kenaikan kadar oksigen, karena tingkat suhu dalam air dipengaruhi oleh tingkat difusi, tegangan permukaan dan kekentalan air.

Kemampuan difusi oksigen akan meningkat dengan kenaikan suhu pula. Sedangkan, tegangan permukaan dan kekentalan menurun seiring dengan kenaikan suhu (Bataract al, 2017). Namun apabila ditinjau berdasarkan grafik suhu air bersih, peningkatan suhu tidak terlalu menunjukkan peningkatan yang ekstrim. Peningkatan suhu dapat terjadi karena proses aerasi, atau

terjadi karena suhu udara pada pengambilan sampel yang bertambah besar dan mempengaruhi suhu air. Sehingga belum dapat dipastikan bahwa suhu dapat mempengaruhi proses aerasi.

#### **pH terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) pada Air Bersih**

Penyisihan kadar mangan terlarut dalam proses perpindahan oksigen kedalam air bersih (aerasi) di PT. Adetex Filamen dipengaruhi oleh beberapa factor lain diantaranya derajat keasaman (pH). Hasil pengujian pH terhadap perbedaan jumlah tray menunjukkan nilai pH saat awal tanpa perlakuan (*pretest*) berkisar antara 6,7 – 7,3. Nilai pH tersebut masih kedalam rentang pH normal. pH menunjukkan kenaikan seiring dengan penambahan jumlah *tray aeator*. Peningkatan pH ini disebabkan kadar Mangan (Mn) yang dihilangkan selama proses aerasi berlangsung (Asfiana, 2015).

Menurut Said (2005) reaksi tersebut dapat dilihat, jika CO<sub>2</sub> berkurang. maka kesetimbangan reaksi akan bergeser ke kanan dan selanjutnya reaksi akan menjadi sebagai berikut :  $MnCO_3 + CO_2 >$

$Mn(OH)_2 + CO_2$  Hidroksida besi (valensi 2) maupun hidroksida mangan (valensi 2) masih mempunyai kelarutan yang cukup besar, sehingga jika terus dilakukan oksidasi dengan udara atau aerasi akan terjadi reaksi (ion) sebagai berikut :  $2Mn^{2+} + O_2 + 2 H_2O = > 2 MnO_2 + 4H^+$  sehingga air yang mengandung mangan tersebut berada dalam keadaan yang basa, dan agar memenuhi standar baku mutu, diperlukan netralisasi agar pH menjadi netral yaitu antara 6,5-8,5.

#### **Perbedaan Jumlah Tray pada Multiple Tray Aerator terhadap Penurunan Mangan (Mn) pada Air Bersih**

Hasil penelitian yang telah dilakukan, alat *multiple tray aerator* dengan jumlah 7 *tray* lebih efektif dalam menurunkan kadar Mangan (Mn) yang tinggi pada air bersih di PT. Adetex Filamen, dengan kadar Mangan (Mn) 1,12 mg/L menjadi 0,22 mg/L dengan penurunan kadar Mangan (Mn) sebesar 0,89 mg/L dan persentase penurunan sebesar 79,7%. Kadar mangan (Mn) pada air bersih hasil pengolahan tersebut telah memenuhi standar baku mutu

Mangan (Mn) dalam air sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI (PERMENKES) Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus per Aqua, dan Pemandian Umum yaitu 0,5 mg/L.

Hasil Uji analisis *One-Way Anova* terhadap penurunan kadar Mangan (Mn) pada air bersih, menyatakan bahwa terdapat perbedaan jumlah *tray* pada proses aerasi dengan metode *multiple tray aerator* terhadap penurunan kadar Mangan (Mn) pada air bersih di PT. Adetex Filamen, dengan nilai *F* hitung yaitu 223,938 dan nilai *p. value* (0,002) <  $\alpha$  (0,05). Untuk mengetahui perbedaan yang signifikan pada penurunan kadar mangan (Mn) pada air bersih berdasarkan perbedaan jumlah *tray* pada proses aerasi dengan metode *multiple tray aerator*, maka dilakukan Uji *Post Hoc*.

Berdasarkan hasil Uji *Post Hoc*, pada jumlah 3 *tray* terhadap 5 *tray* didapatkan nilai *p. value* (0,497) > 0,05 yang artinya pada jumlah 3 *tray*

terhadap 5 *tray* tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Pada jumlah 3 *tray* terhadap 7 *tray* didapatkan nilai *p. value* (0,001) < 0,05 yang artinya pada jumlah 3 *tray* terhadap 7 *tray* terdapat perbedaan yang signifikan. Sedangkan pada jumlah 5 *tray* terhadap 7 *tray* didapatkan nilai *p. value* (0,002) < 0,05 yang artinya pada jumlah 5 *tray* terhadap 7 *tray* terdapat perbedaan yang signifikan. Maka dapat diketahui bahwa perbedaan yang paling signifikan terdapat pada jumlah 7 *tray* dengan nilai *mean difference* sebesar 0,61167 dan *p. value* sebesar 0,001.

Jumlah 7 *tray*, didapatkan waktu kontak aerasi yaitu 25 menit. Semakin banyak *tray* pada penelitian ini, maka semakin lama terjadi waktu kontak air dengan udara sehingga kadar oksigen terlarut dalam air akan lebih banyak yang kemudian dapat menurunkan kadar Mangan (Mn) pada air bersih dengan lebih efektif. Hal ini sejalan dengan pendapat Rachmawati dan Joko (2016), bahwa semakin bertambahnya waktu kontak udara ke dalam air akan semakin memaksimalkan terjadinya kontak

air dengan udara, sehingga oksigen terlarut akan semakin banyak larut dalam air.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata-rata kadar Mangan (Mn) sebelum dilakukan proses aerasi yaitu 1,12 mg/L. Setelah dilakukan proses aerasi pada jumlah 3 *tray* yaitu 0,83 mg/L, jumlah 5 *tray* yaitu 0,62 mg/L dan jumlah 7 *tray* yaitu 0,22 mg/L.
2. Penurunan kadar Mangan (Mn) pada proses aerasi pada jumlah 3 *tray* yaitu sebesar 0,29 mg/L dengan persentase 23,8%, pada jumlah 5 *tray* yaitu sebesar 0,50 mg/L dengan persentase 44,4%, serta pada jumlah 7 *tray* yaitu sebesar 0,89 mg/L dengan persentase 79,7%.
3. Terdapat perbedaan pada jumlah 7 *tray* proses aerasi dengan metode *multiple tray aerator* untuk menurunkan kadar Mangan (Mn) pada air bersih di PT.X , kadar rata – rata sebelum

proses aerasi 1,12 mg/L dan setelah proses aerasi 0,22 mg/L dengan penurunan 0,89 mg/L dan persentase penurunan sebesar 79,7%, nilai mean difference yang didapatkan sebesar 0,61167 serta *p. value* sebesar 0,001.

4. Jumlah 7 *tray* pada proses aerasi dengan metode *multiple tray aerator* merupakan jumlah yang paling efektif untuk menurunkan kadar Mangan (Mn) pada air bersih di PT. X, dengan penurunan 0,89 mg/L dan persentase sebesar 79,7%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad. 2004. Kimia Lingkungan. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Balai Pelatihan Kesehatan. “Modul Penjernihan Air dengan Metode Aerasi dan Filtrasi”. Pelatihan Tepat Guna Kesehatan Lingkungan : Materi Inti.
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta



- Febriana, Laila dan Astrid Ayuna. 2015. “Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mg) dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik”. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta* Volume 7 No. 1 Januari 2015 ISSN: 2085- 1669. Jakarta: Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Sahid.
- Haidah, Nur dan Pujiono. 2018. “Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan: Tugas Akhir”. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Hartini, Eko. 2012. “Cascade Aerator dan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali”. *Jurnal Kesehatan Masyarakat, KESMAS* (1) (2012) 42- 50. Semarang: Fakultas Kesehatan, Universitas Dian Nuswantoro.
- Hastutiningrum, S., Purnawan, & Nurmaitawati, E. (2015). Penurunan Kadar Besi ( Fe ) dan Mangan ( Mn ) Dalam Air Tanah dengan Metode Aerasi Conventional Cascade dan Aerasi Vertical Buffle Channel Cascade. *Proceeding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan,”* 1–7.
- Indarti Trisetyani, J. S. (2014). Penurunan Kadar Fe dan Mn Pada Air Sumur Gali Dengan Aerasi Gelembung Udara Di Desa Siding Kecamatan Bancar Kabupaten Tuban. *Jurnal Teknik Waktu*, 12, 35–42. Retrieved from <http://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/waktu/article/view/822>
- Irmawantini dan Nurhaedah. 2017. “Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan: Metodologi Penelitian”. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Kementerian Kesehatan RI. 2017. “Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan

- Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum”.
- Novia, Ajeng Ari dkk. 2019. “Alat Pengolahan Air Baku Sederhana dengan Sistem Filtrasi”. Jurnal Widyakala Volume 6 Special Issues Juli 2019. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Jaya.
- Nuryana, Suherman Dwi dkk. 2019. “Penyaringan Unsur Logam (Fe, Mn) Air Tanah Dangkal di Kelurahan Jembatan Lima, Tambora, Jakarta Barat”. Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia Volume 1 No. 3, September 2019. Jakarta: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti.
- Popel, H.J.1974. Aeration and Gas Transfer. Delf University of Technology. Delf.
- Putri, A, A, D. (2020). Penurunan Fe Dan Mn Pada Air Sumur. Jurnal Envirous VOL 1 NO 1 (2020)
- Rahmawati, T., & Mangkoedihardjo, S. (2010). Perencanaan Multiple Tray Aerator Untuk Menurunkan Kandungan Besi ( Fe ) Dan Mangan ( Mn ) Pada Air Baku Di Pdam Kota Lumajang. 1–10.
- Rasman, R., & Saleh, M. (2016). Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Sistem Aerasi Dan Filtrasi Pada Air Sumur Gali (Eksperimen). HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan, 2(3), 159–167. <http://journal.uinalauddin.ac.id/index.php/higiene/article/view/1826>
- Said, N. I. (2005). Metoda Praktis Penghilangan Zat Besi dan Mangan di Dalam Air Minum. 306–336.
- Taufan, A. 2011. Model Alat Pengolahan Fe dan Mn menggunakan Sistem Venturi Aerator Dengan Variabel Kecepatan Aliran dan Jumlah Pipa Venturi. Jurnal Teknik Lingkungan (2011). ITS. Surabaya. <http://digilib.its.ac.id>
- Wijayanti, Y. 2008. Pengaruh Debit Terhadap Dinamika Gelembung Udara Dalam Kolom Aerator. Jurnal Teknik Sipil 8 (2) (2008) Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta.

<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal>

Yudo, S. (2006). Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. *Jurnal Makara*, Vol. 2, No. 1 pp.1-8.

Zairinayati dan Nur Afni Maftukhah. 2019. “Efektivitas Pengolahan Air Bersih Menggunakan Tray Aerator dalam Menurunkan Konsentrasi Fe, Mn, pH pada Air Sumur Gali”. *Jurnal ‘Aisyiyah Medika Volume 3, Nomor 1, Februari 2019*. Palembang: Jurusan Kesehatan Lingkungan, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Muhammadiyah