



Kombinasi Aerasi Venturi-Filtrasi dalam Pengolahan Air Sumur Bor Menjadi Air Bersih

Chofifah Suci Nuriyanti^{1*}, Indah Permata Sari¹, Amalina Aprianti¹ dan
Rizki Purnaini¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura

*E-mail : chofifahsuci@gmail.com

Abstract

The availability of clean water is very important to meet people's daily needs. However, there are several areas that do not have access to clean water, so people generally use drilled well water. The quality of drilled well water depends on environmental conditions and the groundwater aquifer system which still does not meet the requirements for clean water according to Minister of Health Regulation of the Republic of Indonesia Number 32 of 2017. This drilled well water has a high iron (Fe) content so the water has a smelly, cloudy color and is The container will develop brownish yellow spots after a short period of contact with air. Therefore, an applicable water treatment tool was created using a combination system of venturi aeration and filtration with silica sand and zeolite filter media. The aim of this research is to determine the ability of the tool to improve the quality of drilled well water in terms of iron (Fe) parameters to become clean water so that it meets the permitted requirements. The research results showed that the iron content before processing was 0.64 mgL^{-1} and after processing 0.13 mgL^{-1} so that the percentage reduction in iron (Fe) content was 79.69%.

Keywords: : Groundwater; Iron (Fe); Silica Sand; Zeolite.

Abstrak

Ketersediaan air bersih sangat penting guna memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat. Namun, terdapat beberapa daerah yang belum mendapatkan akses air bersih, sehingga masyarakat umumnya akan menggunakan air sumur bor. Kualitas air sumur bor bergantung pada kondisi lingkungan dan sistem akifer tanah air yang masih belum memenuhi syarat air bersih menurut Permenkes Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017. Air sumur bor ini memiliki kadar besi (Fe) yang tinggi sehingga air berbau, berwarna keruh, dan pada wadah akan menimbulkan bercak kuning kecoklatan setelah beberapa saat kontak dengan udara. Oleh karena itu dibuatlah alat pengolahan air secara aplikatif dengan sistem kombinasi aerasi venturi dan filtrasi dengan media saringan pasir silika dan zeolit. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui kemampuan alat dalam memperbaiki kualitas air sumur bor dari segi parameter besi (Fe) menjadi air bersih agar memenuhi syarat yang diperbolehkan. Hasil penelitian didapatkan bahwa kadar besi sebelum pengolahan $0,64 \text{ mgL}^{-1}$ dan sesudah pengolahan $0,13 \text{ mgL}^{-1}$ sehingga presentase penurunan kadar besi (Fe) sebesar 79,69 %.

Kata Kunci: Air Tanah; Besi (Fe); Pasir Silika; Zeolit.

PENDAHULUAN

Air adalah sumber daya alam dan sebagai faktor utama untuk memajukan kesejahteraan masyarakat umum. Ketersediaan air bersih sangat diperlukan guna memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat yang harus memiliki kualitas sesuai standar air bersih yang berlaku di Indonesia saat ini yaitu Permenkes Republik Indonesia 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. Air tanah termasuk salah satu sumber air bersih yang dapat digunakan sebagai kebutuhan sehari-hari masyarakat. Air tanah dalam atau dalam kata lain air artesis yang terjadi karena secara alami air mengalir ke permukaan akibat lapisan kedap air yang retak. Pompa diperlukan untuk mengalirkan air tanah, apabila air tanah tidak dapat mengalir secara alami. Air tanah terletak diantara dua lapisan kedap air, dimana antara lapisan tersebut banyak menyimpan air yang dinamakan lapisan akuifer.

Air tanah dalam yang akan digunakan dalam proses pengolahan air bersih merupakan air dari sumur bor di Perumahan Kayana Serdam, Jl. Sungai Raya Dalam, Desa Punggur Kecil, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Air sumur bor ini jika diamati secara kasat mata maka akan terlihat jernih dan tidak berwarna. Namun, jika dibiarkan lama di ruangan terbuka akan berubah warna menjadi kuning keruh. Secara karakteristik kimia, air sumur bor memiliki bau karat yang diakibatkan kandungan besi (Fe) didalamnya. Air sumur bor ini mempunyai kandungan besi (Fe) yang cukup tinggi sehingga air menjadi berbau besi, berwarna keruh, dan pada wadah akan menimbulkan bercak kuning kecoklatan setelah kontak dengan udara dalam waktu tertentu. Air sumur bor mempunyai pH yang memenuhi standar baku mutu pada umumnya namun terdapat air sumur bor yang mempunyai pH yang rendah dikarenakan lahan di daerah tersebut termasuk ke dalam lahan gambut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu diciptakannya teknologi tepat guna mempermudah masyarakat untuk pengolahan air sumur bor sehingga aman digunakan untuk digunakan dalam kebutuhan sehari-hari. Mengacu pada karakteristik air sumur bor yang akan diolah maka dipilih teknologi pengolahan dengan kombinasi aerasi venturi dan filtrasi. Menurut penelitian Pratama (2017) proses aerasi venturi termasuk metode pengolahan air bersih yang sederhana dan dapat mereduksi kandungan besi (Fe) yang terdapat dalam air sumur bor dengan efisiensi 66,23%, sedangkan pada penelitian Fatimah (2019) proses filtrasi menggunakan media filter pasir silika membantu menurunkan parameter besi (Fe) dalam air sumur bor sebesar 57%, sehingga dalam metode aerasi dan filtrasi ini diharapkan dapat menurunkan kandungan besi (Fe) dan kekeruhan serta menaikkan nilai pH dalam air sumur bor. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui kemampuan alat dalam memperbaiki kualitas air sumur bor terutama pada kadar besi (Fe) agar memenuhi syarat yang diperbolehkan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pada penelitian yang dilaksanakan menggunakan perancangan alat untuk menguji kualitas air sumur bor yang berada di Perumahan Kayana Serdam, Jl. Sungai Raya Dalam, Kalimantan Barat. Lamanya waktu penelitian dilakukan 3 bulan yaitu dari bulan Februari - April 2022 yang berlokasi di Workshop Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura. Selain itu, akan dilakukan uji parameter besi (Fe) dan pH saat running awal dan setelah pengolahan di Laboratorium Pertanian Universitas Tanjungpura. Kondisi cuaca saat di lokasi saat penelitian adalah kering.

Kalimantan Barat. Pada saat pengambilan air sampel air berwarna jernih, namun lama kelamaan berubah menjadi kuning keruh dan terbentuk endapan. Air sumur bor sebelum dan sesudah pengolahan dianalisa melalui parameter fisika dan kimia. Untuk pengukuran derajat keasaman (pH) air dilakukan pada saat pengambilan sampel, hal tersebut dilakukan supaya air sumur bor tidak kontaminasi lingkungan luar dan didapatkan pH yang akurat. Data hasil analisa bisa dilihat pada tabel berikut.

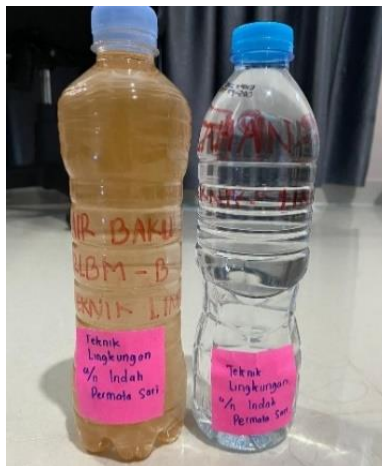
Tabel 1. Hasil Pengujian Sampel Air Sumur Bor Sebelum dan Sesudah Pengolahan

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Metode	Hasil	
					Sebelum	Sesudah
1	Besi (Fe)	mgL ⁻¹	1	AAS	0,64	0,13
2	pH		6,5-8,5	pH Meter	6,9	7,7

Sumber: Hasil Analisa, 2022

*Standar Baku Mutu berdasarkan PERMENKES RI NO. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

Berdasarkan Tabel 1. didapatkan nilai hasil uji air baku yang sebelum diolah sebenarnya sudah mencapai standar baku mutu air bersih. Akan tetapi, jika diamati secara langsung air ini masih berwarna kuning dan jika dibiarkan beberapa saat maka masih menimbulkan endapan. Setelah dilakukan pengolahan, hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa kandungan besi (Fe) pada air baku yang berasal dari air sumur mengalami penurunan yang mana menandakan bahwa kandungan besi dalam air tersebut menjadi semakin berkurang. Jika diamati secara langsung, air yang telah dilakukan pengolahan cenderung lebih jernih dan tidak lagi menimbulkan endapan meskipun telah dibiarkan beberapa saat. Air hasil pengolahan dapat digunakan sebagai air bersih karena sudah sesuai standar baku mutu berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi.



Gambar 2. Air Sebelum dan Sesudah Pengolahan

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Air yang digunakan adalah sampel air tanah dalam (sumur bor) dari daerah Perumahan Kayana Serdam, Jl. Sungai Raya Dalam, Desa Punggur Kecil, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Sampel ini diambil dalam kondisi cuaca kering (musim kemarau) dan diambil sebanyak 26 Liter yang selanjutnya akan diolah menggunakan kombinasi aerasi venturi dan metode filtrasi yang menggunakan filter pasir silika, zeolit, dan dakron. Alat aerasi venturi bekerja dengan metode memindahkan air menggunakan pompa melalui bagian pipa penampangnya lebih kecil. Air yang sebelumnya melewati pipa besar dan masuk ke dalam pipa kecil akan menambah kecepatan pada laju alir air tersebut. Aerasi

venturi menggunakan sistem vakum yang dihasilkan dari tekanan pompa air, dimana vakum tersebut akan menghisap udara dan menghasilkan gelembung udara pada air pengolahan. Pada penelitian ini, venturi aerator terletak pada bagian atas ember aerasi dengan menghadap ke dalam ember penampung. Lamanya waktu kontak antara air dengan udara adalah 20 menit. Seperti dikatakan oleh Febriani (2019) bahwa metode ini dapat menurunkan parameter besi dari $0,09 \text{ mgL}^{-1}$ jadi $0,05 \text{ mgL}^{-1}$.

Aerasi venturi menggunakan diameter pipa venturi terbesar mempunyai efisiensi rerata terbaik karena diameter pipa venturi yang terdapat dalam pipa utama akan memperkecil wilayah pengaliran fluida di pipa utama hal ini menyebabkan kecepatan aliran di dalam pipa mengalami kenaikan dan menimbulkan perbedaan tekanan yang akan mengakibatkan kemampuan menghisap pada pipa venturi besar sehingga masuknya volume udara semakin besar dan akan menaikkan kelarutan oksigen dalam air lalu terjadi oksidasi besi (Fe) yang semakin optimal (Pratama, 2017). Air hasil aerasi kemudian didiamkan selama 60 menit atau sampai terjadi pengendapan. Potensi penurunan terjadi signifikan dalam metode penanganan air sumur bor menggunakan kombinasi aerasi, filtrasi dan sedimentasi. Faktor penting dalam penurunan kekeruhan maupun kadar besi (Fe) pada air adalah waktu pengendapan. Dimana didapatkan waktu pengendapan yang optimal setelah dilakukan metode aerasi adalah selama 3 jam. Akan tetapi, untuk mengendapkan kandungan besi (Fe) hasil aerasi hanya perlu dilakukan selama 1-2 jam (Novia, 2019).

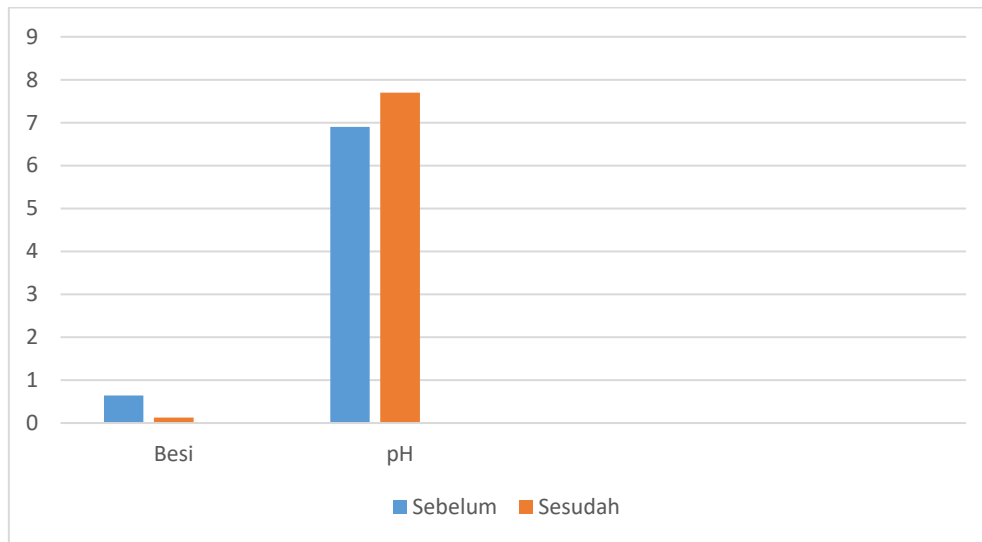
Setelah diendapkan, selanjutnya air dialirkan masuk ke dalam media filter melalui bagian lubang inlet bawah galon. Air yang disaring akan masuk ke bagian bawah filter dan naik ke bagian atas filter. Air akan disaring oleh zeolit yang berperan menyaring flok/kotoran dari air, menurunkan kadar besi serta media filter pasir silika dan dakron yang berguna untuk memisahkan endapan-endapan halus pada air. Air akan menjadi semakin bersih jika media filter yang digunakan semakin tebal dikarenakan kotoran dapat tertahan pada media penyaring yang dipakai. Media filter pasir yang digunakan akan semakin optimal jika ketebalannya semakin tinggi. Berdasarkan penelitian Batara (2017), kombinasi antara aerasi dan saringan pasir cepat dapat mereduksi kandungan besi (Fe) dengan efisiensi 89,52%. Sedangkan penelitian Madina *et al.* (2017) dengan menggunakan filter reactor dan pasir silika bisa mereduksi kadar besi (Fe) dengan efisiensi 87,49%.

Alat filtrasi yang dirangkai menggunakan wadah media filter yang terbuat dari galon berukuran 5L. Masing-masing media filter memiliki ketinggian yang berbeda, media filter zeolit memiliki ketinggian 9 cm, pasir silika 9 cm, dakron bawah 3 cm dan dakron atas 3 cm. Sebelum digunakan sebagai media filter, semua bahan harus dicuci berkali-kali. Penggunaan media filter yang telah dicuci bersih akan menghasilkan air yang lebih baik dan lebih efektif dalam peruntukan fungsi media filter itu sendiri. Apabila media filter yang digunakan tidak dicuci dengan bersih, maka akan berdampak pada air hasil pengolahan yang akan tampak keruh (Sulastri dan Nurhayati, 2014). Media filter yang digunakan bekerja dengan efektif karena dapat dilihat dari air hasil pengolahan tersebut yang semula berwarna sedikit kuning kecoklatan berubah menjadi bening serta mengurangi kandungan besi (Fe) pada air yang diolah. Setelah dilakukan pengolahan pada air sumur bor dan dilakukan pengujian pada laboratorium diketahui bahwa air tersebut sudah memenuhi standar baku mutu air bersih menurut PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, dengan hasil sebagai berikut:

1. Besi (Fe) masuk kedalam kelompok metal yang dapat dibentuk dan liat serta berwarna putih keperakan. Air yang berwarna kuning kecoklatan, bau besi dan terbentuk lapisan seperti minyak merupakan akibat dari Besi (Fe) yang telah larut dalam air (Febrina *et al.*, 2014). Hasil uji laboratorium kadar Besi (Fe) air gambut sumur bor ini mengalami penurunan dari $0,64 \text{ mgL}^{-1}$ menjadi $0,13 \text{ mgL}^{-1}$ dengan presentase penurunan sebesar 79,69 %. Kadar besi memiliki baku mutu sebesar 1

mgL⁻¹ sebagai sumber air bersih. Penurunan ini disebabkan oleh penggunaan alat aerasi venturi yang mampu menurunkan kandungan besi pada air yang diolah serta media filter zeolit dan pasir silika memiliki fungsi mereduksi kandungan besi di dalam air. Hasil uji untuk parameter ini sudah sesuai standar baku mutu air bersih.

2. pH (derajat keasaman) pada air jika memiliki nilai lebih kecil dari 6,5 dapat menyebabkan benda-benda menjadi berkarat. Selain itu, jika air berada pada kadar asam, air tersebut juga memiliki rasa yang tidak enak dan bisa membuat bahan kimia menjadi racun yang berbahaya. Sedangkan, jika air berada pada pH diatas 8,5 atau basa maka air tersebut dapat mengganggu kalium berada dalam tubuh manusia (Huljani dan Rahma, 2018). Pada penelitian kali ini, Air sumur bor memiliki pH yang sudah sesuai standar baku mutu. Hasil uji menggunakan pH meter memperlihatkan bahwa ada peningkatan pH pada air dari 6,9 menjadi 7,7. Peningkatan nilai pH ini disebabkan oleh penggunaan media filter zeolit dan pasir silika yang mampu menetralkan pH air.
3. Warna kuning kecoklatan pada air sumur bor menandakan bahwa terjadi oksidasi pada air tersebut (Rahmawanti dan Dony, 2016). Perubahan warna menjadi jernih terjadi karena adanya kontak udara pada proses aerasi venturi. Aerasi venturi mampu meningkatkan konsentrasi oksigen yang nantinya berguna ketika pengolahan.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Parameter Air Sumur Bor Sebelum dan Sesudah Pengolahan
Sumber: Hasil Analisa, 2022

Perhitungan Efektifitas Pengolahan Air Sumur Bor

Perhitungan efektifitas pengolahan air gambut sumur bor, yaitu :

$$E = \frac{Fe\ Awal - Fe\ Akhir}{Fe\ Awal} \times 100\% \quad (1)$$

$$E = \frac{0,64 - 0,13}{0,64} \times 100\% = 79,69\%$$

Keterangan:

- E = Efektifitas Parameter Fe (%)
- Fe_{Awal} = Sampel Sebelum Diolah (mgL⁻¹)
- Fe_{Akhir} = Sampel Setelah Diolah (mgL⁻¹)

Berdasarkan hasil perhitungan efektifitas pengolahan di atas bisa dilihat bahwa efektifitas penyisihan besi sebesar 79,69%.

Perhitungan Debit

Diketahui:

$$V = 26 \text{ liter}$$

$$T = 1 \text{ jam } 25 \text{ menit} = 5100 \text{ detik}$$

$$Q = \frac{V}{t} \tag{2}$$

$$Q = \frac{26}{5100} = 0,0051 \text{ Ldet}^{-1}$$

Keterangan:

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{Volume (L)}$$

$$t = \text{Waktu (s)}$$

Dengan demikian debit air yang keluar dari pipa adalah $0,0051 \text{ Ldet}^{-1}$

PENUTUP

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan yaitu, cara kerja alat ini yaitu dimulai dari aerasi venturi dimana pada saat air melalui sisi pipa yang penampangnya kecil, laju air jadi bertambah. Venturi digerakkan oleh tekanan pompa air, vakum yang dihasilkan venturi menghisap udara ke dalam air dan menghasilkan gelembung udara dan berlangsung selama 20 menit. Air hasil aerasi ini kemudian dидiamkan selama 60 menit atau sampai terjadi pengendapan. Selanjutnya air dialirkan masuk ke dalam media filter melalui bagian lubang inlet bawah galon. Air akan disaring oleh zeolit yang berperan menyaring flok/kotoran dari air, menurunkan kadar besi (Fe) serta media filter pasir silika dan dakron yang berguna untuk memisahkan endapan halus pada air.

Hasil uji laboratorium untuk kadar Besi (Fe) air gambut sumur bor ini mengalami penurunan dari $0,64 \text{ mgL}^{-1}$ menjadi $0,13 \text{ mgL}^{-1}$ dengan presentase nilai penurunan sebesar 79,69 %. Baku mutu kandungan besi dalam air bersih sebesar $0,3 \text{ mgL}^{-1}$. Penurunan ini disebabkan oleh penggunaan alat aerasi venturi serta media filter zeolit, pasir silika dan dakron yang berfungsi mereduksi kandungan besi (Fe) dalam air sumur bor.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan yaitu, perlunya perhatian keselamatan kerja dalam pembuatan alat. Selain itu, pada bak pengendapan air yang telah berkontak dengan udara sebaiknya dipisahkan dengan bak aerasi agar hasilnya lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Batara, Zaman dan Oktiawan. 2017. Pengaruh Debit Udara Dan Waktu Aerasi Terhadap Efisiensi Penurunan Besi Dan Mangan Menggunakan Diffuser Aerator Pada Air Tanah. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 6(1).
- Fatimah. 2019. *Pengaruh Tinggi Media Pasir Silika Terhadap Penyisihan Kekeruhan Pada Unit Filtrasi Pengolahan Air Minum*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti. Jakarta. Indonesia.
- Fatimah. 2019. *Pengaruh Tinggi Media Pasir Silika Terhadap Penyisihan Kekeruhan Pada Unit Filtrasi Pengolahan Air Minum*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti. Jakarta. Indonesia.
- Febrina, Laila dan Astrid Ayuna. 2014. Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurusan Teknologi*. Vol 7(1).

- Febriani, Yeza. 2019. Teknologi Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Bersih Dalam Upaya Pengurangan Kadar Logam di Daerah Pedesaan. *Journal Applied Physics of Cokroaminoto Palopo*.
- Huljani, M dan N. Rahma. 2018. Analisis Kadar Klorida Air Sumur Bor Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) II Musi II Palembang Dengan Metode Titrasi Argentometri. *Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*. Vol. 2 (2): 5-9.
- Madina, F. E., Rina, E., & Inyoman, C. 2017. Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu Terhadap Pewarna Rhodamin B. *Alotrop*. Vol 1(2): 98-101.
- Mugiyantoro, Alwin. 2017. Penggunaan Bahan Alam Zeolit, Pasir Silika, Dan Arang Aktif Dengan Kombinasi Teknik Shower Dalam Filterisasi Fe, Mn, Dan Mg Pada Air Tanah Di Upn “Veteran” Yogyakarta. *Jurnal Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-10*. Hal: 1127 – 1137.
- Novia. 2019. Alat Pengolahan Air Baku Sederhana dengan Sistem Filtrasi. *Widyakala*. Vol 6. ISSN 2337-7313.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia 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. Quddus, R. 2014. *Teknik Pengolahan Air Bersih dengan Sistem Saringan Pasir Lambat (Downflow) yang Bersumber dari Sungai Musi*. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol 2(4): 669-675.
- Pratama, Pradiatma. 2017. Model Alat Pengolahan Fe Dan Mn Menggunakan Sistem Venturi Aerator Dengan Variabel Diameter Pipa Venturi Dan Kemiringan Irisan Pipa Venturi. *Jurnal Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya. Hal: 1-20.
- Rahmawanti, N dan N. Dony. 2016. “Studi Arang Aktif Tempurung Kelapa Dalam Penelitian Air Sumur Perumahan Baru Daerah Sengai Andai”. *Jurnal Al Ulum Sains dan Teknologi*. Vol. 1(2) : 84-88.
- Sulastri, S., dan Nurhayati, I. 2014. Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekeruhan, Warna dan Tds pada Air Telaga di Desa Balongpanggung. *Jurnal Teknik Waktu*. Vol 12(1): 1412-1867.