REMOVAL BESI, MANGAN DAN ZAT ORGANIK DALAM AIR TANAH DENGAN *MULTIPLE TRAY AERATOR* MENGGUNAKAN MEDIA KONTAK ARANG DAN BATU KERIKIL

Nindya Yusniartanti¹⁾, dan Hari Wiko Indaryanto²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nahdlatul Ulama, Blitar, Jawa Timur

²⁾Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia
e-mail: nindyayusniar@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Sumber air baku di PDAM Kota Blitar diambil dari air tanah dalam (sumur bor). Khusus untuk sumur bor yang berlokasi di Kelurahan Gedog, Kota Blitar, kualitas air baku secara fisik dan biologis telah memenuhi persyaratan, tetapi secara kimia belum memenuhi. Konsentrasi besi (Fe) dalam air baku yang terkandung mencapai 0,536 mg/L. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/VII/2002 syarat maksimal kandungan Fe-nya harus dibawah 0,3 mg/L.

Penelitian dibatasi pada pembuatan suatu unit aerasi tray aerator dalam skala laboratorium. Dalam penelitian dilakukan variasi jumlah tray, yaitu 2 tray dan 3 tray; jenis media kontak, yaitu media arang dan media batu kerikil.

Berdasarkan penelitian, efisiensi removal tertinggi untuk semua parameter diperoleh dari hasil variasi dengan jumlah tray 3 tingkat dan jenis media kontak arang, yaitu diperoleh efisiensi removal sebesar 83,96% untuk removal Fe, 32,43% untuk removal Mn, dan 21,43% untuk removal zat organik.

Kata Kunci: Kerikil, Arang, Tray Aerator, Air Tanah

ABSTRACT

Source of standard water in PDAM of Blitar City had taken away from ground water (well drill). Specially for Gedog's well drill, the quality of standard water for physical and biological parameter have fulfilled conditions, but for chemical parameter not yet fulfilled. Iron concentration (Fe^{2+}) in standard water amount 0,536 mg / L.

Research limited by making an unit of aeration process such as tray aerator in laboratory scale. Research conducted by variation amount of tray, 2 tray and 3 tray, and variation of contact media type, there is charcoal and gravel for both amount of tray aerator.

The highest result of these research for all parameter obtained from result of variation with amount of 3 tray and media contact charcoal, with efficiency of removal equal to 83,96% for the removal of Fe, 32,43% for the removal of Mn, and 21,43% for the removal of an organic matter.

Keywords: Gravel, Charcoal, Tray Aerator, Groundwater

I. PENDAHULUAN

SUMBER air baku di PDAM Blitar yang mengambil dari air tanah dalam, secara fluktuatif memiliki kandungan besi-mangan melebihi standar maksimum yang dianjurkan. Berdasarkan data sekunder yang diperoleh, kadar besi dalam air baku PDAM Blitar memiliki konsentrasi besi (Fe) 0,53 mg/L dan mangan (Mn) 0,03 mg/L.

Dengan adanya kandungan besi (Fe) yang melebihi standar maksimum yang dianjurkan, maka perlu dipertimbangkan upaya pengendalian kualitas air dengan prinsip biaya serendah mungkin dengan hasil yang optimum. yaitu melalui proses aerasi menggunakan tray bertingkat. Oksigen yang tersedia di udara bebas, menyebabkan biaya operasional menjadi murah. Tujuan dari pelaksanaan penelitian adalah mengetahui keefektifan metode penurunan besi (Fe) dengan menggunakan tray bertingkat serta hubungan penurunan besi (Fe) dengan variasi jumlah tray dan jenis media kontak (arang dan batu).

Ruang lingkup dalam penelitian meliputi penelitian dilakukan menggunakan model *tray aerator* skala laboratorium. Dimana sampel yang digunakan berupa sampel asli yang kondisinya alami dan berasal dari sumur bor yang dimiliki oleh PDAM Kota Blitar. Setelah itu dilakukan percobaan dengan pengaturan variasi jumlah tray dan variasi jenis media kontak dan dilanjutkan dengan pengendapan/sedimentasi.

Parameter yang diukur adalah kadar Fe total, kadar Mn total, zat organik (PV) total, kekeruhan, pH serta temperatur, kemudian dianalisa dan dibandingkan tingkat efisiensi removal kadar Fe, Mn, dan zat organik pada media arang dan media batu, dengan jumlah *tray* yang berbeda terhadap kualitas air bersih yang dihasilkan.

II. LANDASAN TEORI

• Besi dan Mangan Dalam Air

Besi dan mangan merupakan unsur pokok alamiah dari tanah dan batu-batuan. Keberadaan besi dalam air tanah biasanya berhubungan dengan pelarutan batuan dan mineral terutama oksida, sulfida, karbonat, dan silikat yang mengandung logam-logam tersebut. Variasi besi dan mangan ini menerangkan kenyataan bahwa cairan yang mengandung besi dan mangan yang *soluble* (dapat larut) umumnya memiliki kadar besi yang lebih besar daripada kadar mangannya. Jarang ditemukan cairan yang memiliki kadar besi yang lebih besar dari 10 mg/L ataupun kadar mangan yang lebih besar dari 2 mg/L. Pada umumnya besi dalam air dapat bersifat :

- Terlarut sebagai Fe^{2+} (ferro) atau Fe^{3+} (ferri)
- Tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $< 1\mu\text{m}$) atau yang lebih besar seperti Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya.
- Tergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganik seperti tanah liat

Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/L, tetapi dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi. Konsentrasi Fe yang tinggi ini dapat dirasakan dan dapat menodai kain, perkakas dapur, dan alat sanitair. Sedangkan pada air tanah yang memiliki alkalinitas yang tinggi biasanya memiliki konsentrasi besi yang rendah karena besi teroksidasi dan mengendap pada pH yang tinggi (basa). Air tanah mengandung besi dan bahan organik yang tinggi akan membentuk ikatan kompleks yang sulit mengendap dengan aerasi. (Qasim, et al, 2000)

Pada air yang tidak mengandung oksigen (O_2), seperti sering kali air tanah, besi berada sebagai Fe^{2+} yang cukup dapat terlarut. Sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi, Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} , Fe^{3+} ini sulit larut pada pH 6-8 bahkan dapat menjadi ferri hidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat Fe^{3+} terlarut, dan Fe^{3+} dalam bentuk senyawa-senyawa organik berupa koloidal. (G. Alaerts, 1987)

Kehadiran besi dalam air perlu dideteksi, karena pengendapan logam tersebut merubah warna/penampakan air, berkisar kuning kecoklatan sampai hitam. Lagipula, akumulasi endapan tersebut akan mengotori atau merusak perlengkapan pipa ledeng dan pakaian atau cucian.

Karena kondisi yang merugikan akibat logam besi ini, maka EPA menyarankan agar konsentrasi besi dalam air minum, tidak lebih dari 0,3 mg/L dan dalam air bersih tidak boleh lebih dari 1 mg/L. Segala air yang konsentrasinya lebih dari yang telah disarankan, harus dipertimbangkan untuk membuang atau mengurangnya. Sedangkan untuk kandungan mangan maksimum dalam air minum menurut EPA maksimum 0,05 mg/L. (Qasim,et.al., 2000)

Terdapat tiga metode yang biasa digunakan untuk mengontrol kehadiran Fe dalam penyediaan air minum yaitu presipitasi yang diikuti dengan filtrasi, ion exchange (pertukaran ion), dan stabilisasi besi dalam larutan dan zat-zat pendispersi untuk mencegah terjadinya endapan dari logam-logam tersebut. (Benefield, 1982)

• Multiple Tray Aerator

Aerator jenis ini terdiri dari seri tray yang dilengkapi dengan plat berlubang yang saling berhubungan dengan alasnya yang mampu mendistribusikan dan menjatuhkan air dalam bak penampung dibawahnya, dan biasanya digunakan untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dengan konsentrasi antara 5-10 mg/L.

Pada umumnya jumlah tray yang dipakai adalah 3 sampai dengan 5 tray, dengan jarak antar tray 13 – 30 in, sedang bahan yang dipakai bisa digunakan dari stainless steel, aluminium dan kayu. Bentuk dari tray aerator dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Denah dan potongan unit tray aerator

Didalam *multiple tray aerator* sering ditambahkan media kasar seperti batu, batubara, atau keramik dengan ukuran 2 – 6 in yang ditempatkan pada permukaan tray dengan tujuan untuk memperbaiki efisiensi perpindahan gas, penyebaran air dan tempat yang menguntungkan sebagai efek katalisa penurunan dalam oksida mangan.

- *Transfer Oksigen dan Aerasi*

Transfer suatu material yang mudah menguap (volatile) ke atau dari air melalui proses aerasi tergantung pada sejumlah faktor, antara lain: (Degremont, “*Water Treatment Handbook*”)

- Karakteristik dari material yang mudah menguap (volatile)
- Air dan temperatur udara sekitar
- Pengganggu dalam proses perpindahan gas
- Tegangan sebagian gas di (dalam) aerator atmosfir
- Turbulensi di dalam dan fase gas dan cair
- Perbandingan antara volume dan area
- Waktu ekspose

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan unit *tray aerator* skala laboratorium yang dijalankan secara kontinyu. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel berdasarkan variasi yang telah ditentukan, baik pada inlet maupun outlet tray aerator.

Sampel yang telah diambil selanjutnya dianalisa di laboratorium hingga didapatkan data hasil pengukuran untuk seluruh parameter dari masing-masing variabel penelitian. Kemudian data penelitian dibahas dan dikaji berdasarkan literatur, sehingga diperoleh simpulan data hasil penelitian.

Variasi penelitian pada unit aerasi-*multiple tray aerator* tanpa adanya media kontak digunakan sebagai variabel kontrol, yang berfungsi sebagai pembanding, sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat efektifitas penambahan media kontak pada unit aerasi. Sedangkan variasi jenis media kontak bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis media kontak (arang dan batu kerikil) terhadap proses aerasi yang terjadi dalam menurunkan kandungan besi (Fe^{2+}) terlarut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

- **Hasil Analisa dan Pembahasan Tiap Parameter Sampel Pada Tray Aerator Tanpa Media Kontak, sebagai Variabel Kontrol**

- ***Removal Fe***

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa removal Fe^{2+} pada tray aerator tanpa adanya media kontak dalam penelitian ini memiliki efisiensi removal sebesar 33,77% atau sebanding dengan 0,181 mg/L Fe pada jumlah tray 2 tingkat, dan 50,75% atau sebanding dengan 0,272 mg/L Fe pada jumlah tray 3 tingkat.

Tabel 1. Data pengujian parameter Fe pada tray tanpa media kontak

Jumlah Tray	Inlet (mg/L Fe^{2+})	Outlet (mg/L Fe^{3+})
outlet 2 tray	0,536	0,355
outlet 3 tray		0,264

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa efisiensi removal Fe^{2+} akan meningkat seiring dengan bertambah banyaknya jumlah tray yang digunakan. Hal ini disebabkan karena dengan bertambah banyaknya jumlah tray yang digunakan, maka waktu kontak antara air dengan oksigen di udara akan semakin lama, sehingga memungkinkan oksigen terlarut dalam air akan semakin besar pula. Oksigen terlarut inilah yang nantinya berperan dalam proses oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} yang dapat mengendap, sesuai dengan reaksi oksidasi sebagai berikut :

Gambar 2. Removal Fe pada tray tanpa media kontak

- Removal Mn

Pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa pada jumlah tray sebanyak 2 tingkat memiliki efisiensi removal Mn^{2+} sebesar 5,41% atau sebanding dengan 0,002 mg/L Mn, sedangkan pada jumlah tray sebanyak 3 tingkat terjadi efisiensi removal Mn^{2+} sebesar 13,51% atau sebanding dengan 0,005 mg/L Mn. Dapat diketahui bahwa kenaikan removal Mn^{2+} pada jumlah tray 3 tingkat memiliki nilai sebesar 8,10%. Persamaan reaksi dari oksidasi mangan (Mn^{2+}) adalah sebagai berikut:

Berdasarkan reaksi di atas, mangan dalam bentuk Mn^{2+} dioksidasi oleh oksigen terlarut membentuk Mn^{4+} yang dapat mengendap.

Tabel 2. Data pengujian parameter Mn pada tray tanpa media kontak

Jumlah Tray	Inlet (mg/L Mn^{2+})	Outlet (mg/L Mn^{4+})
outlet 2 tray	0,037	0,035
outlet 3 tray		0,032

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium

Dibandingkan pada removal besi (Fe^{2+}), removal mangan (Mn^{2+}) memiliki efisiensi removal yang lebih kecil, hal ini dikarenakan proses oksidasi Mn^{2+} memiliki rentang pH yang sangat spesifik. Selain itu dengan adanya zat organik yang biasanya terdapat dalam air tanah, maka dapat mengganggu dalam proses oksidasi mangan (Mn^{2+}), karena mangan lebih mudah untuk berikatan dengan zat organik (*organic compounds*) dibandingkan besi, dan membentuk ikatan kompleks mangan-organik yang sulit untuk diendapkan, hanya dengan proses aerasi saja.

Gambar 3. Removal Mn pada tray tanpa media kontak

- Removal Zat Organik

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa efisiensi removal zat organik pada jumlah tray sebanyak 2 tingkat memiliki nilai sebesar 0,89% atau sebanding dengan 0,079 mg/L $KMnO_4$, sedangkan pada jumlah tray sebanyak 3 tingkat terjadi removal zat organik sebesar 2,52% atau sebanding dengan 0,223 mg/L $KMnO_4$. Terjadi peningkatan removal zat organik pada jumlah tray 3 tingkat yaitu sebesar 1,63%.

Tabel 3. Data pengujian parameter zat organik (PV) pada tray tanpa media kontak

Jumlah Tray	Inlet (mg/L KMnO_4)	Outlet (mg/L KMnO_4)
outlet 2 tray	8,848	8,769
outlet 3 tray		8,625

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium

Zat organik (*organic compounds*) dalam air tanah biasanya berupa *humic* atau *fulvic acid*. Biasanya dalam air tanah komponen zat organik berikatan dengan besi (Fe^{2+}) dan mangan (Mn^{2+}) yang terlarut membentuk organik kompleks yang sulit untuk diendapkan. Walaupun dari sampel air yang dianalisa kandungan zat organiknya berada di bawah standar yang ditentukan ($< 10 \text{ mg/L}$), tetapi tetap perlu dipertimbangkan bahwa zat organik merupakan salah satu unsur penghambat dalam proses aerasi besi dan mangan.

Gambar 4. Removal zat organik pada tray tanpa media kontak

- pH, Temperatur, dan Kekeruhan

Kondisi pH, temperatur dan kekeruhan disajikan dalam satu tabel, yaitu Tabel 4, berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa pH akan semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah tray. Tingkatan pH merupakan salah satu faktor penting dalam reaksi oksidasi besi dan mangan, dimana semakin tinggi pH, maka semakin tinggi pula efisiensi removalnya.

Tabel 4. Data pH, suhu dan kekeruhan pada tray tanpa media kontak

Keterangan	pH	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kekeruhan
inlet	6,98	27,6	4,2
outlet 2 tray	7,06	27,8	3,0
outlet 3 tray	7,07	28	2,6

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium

Sedangkan suhu/temperatur menggambarkan kondisi yang relatif konstan mulai awal proses (inlet) hingga akhir proses (outlet) aerasi. Untuk parameter kekeruhan menggambarkan kondisi yang relatif menurun seiring berkurangnya konsentrasi Fe, Mn, dan zat organik pada sampel air.

Gambar 5. pH, suhu, dan kekeruhan pada tray tanpa media kontak

- **Hasil Analisa dan Pembahasan Tiap Parameter Sampel pada Media Tray Arang dan Batu**

a. Removal Fe

Dari Tabel 5 memperlihatkan bahwa pada jumlah tray sebanyak 2 tingkat dengan jenis media kontak batu, maka dapat diketahui bahwa removal Fe^{2+} memiliki efisiensi penurunan sebesar 67,72% atau sebanding dengan 0,363 mg/L Fe, sedangkan pada media yang sama dengan jumlah tray yang berbeda yaitu 3 tingkat terjadi removal Fe^{2+} sebesar 78,73% atau sebanding dengan 0,422 mg/L Fe., yaitu mengalami kenaikan sebesar 22,76%.

Tabel 5. Data pengujian parameter Fe pada media arang dan batu

Jumlah Tray	Inlet (mg/L Fe^{2+})	Outlet media (mg/L Fe^{3+})	
		batu	arang
2 tray	0,536	0,173	0,158
3 tray		0,114	0,086

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium

Hal ini membuktikan bahwa semakin lama air kontak dengan udara (oksigen), maka semakin maksimal pula proses aerasi yang terjadi, sehingga mengakibatkan semakin besar removal Fe-nya. Waktu kontak antar tray pada unit tray aerator memungkinkan air kontak dengan udara dalam kurun waktu tertentu dimana hal ini sangat berpengaruh terhadap jumlah oksigen terlarut (DO) yang tertransfer ke dalam air.

Berdasarkan Gambar 10 dapat diketahui bahwa dengan jenis media yang berbeda yaitu arang, maka akan menghasilkan removal Fe^{2+} yang berbeda pula. Pada jenis media ini removal Fe^{2+} memiliki removal sebesar 70,52% pada jumlah tray 2 tingkat atau sebanding dengan 0,378 mg/L Fe, dan 83,96% pada jumlah tray sebanyak 3 tingkat atau sebanding dengan 0,45 mg/L Fe.

Gambar 6. Removal Fe pada media arang dan batu

Pada jenis media kontak arang lebih memungkinkan besi (Fe^{2+}) yang terlarut untuk mengalami proses oksidasi yang lebih sempurna dibanding jenis media batu. Hal ini disebabkan karena media arang mampu menaikkan pH air menjadi lebih basa, yang sangat baik untuk mengendapkan besi (Fe^{2+}). Selain itu media arang mempunyai permukaan yang terdiri dari banyak segi yang memungkinkan terjadinya peningkatan efisiensi pertukaran dan distribusi gas yang lebih besar. Sehingga oksigen terlarut akan lebih mudah tertransfer ke dalam air dan mengoksidasi besi (Fe^{2+}) menjadi besi (Fe^{3+}) yang dapat mengendap.

- Removal Mn

Dari Tabel 6 memperlihatkan bahwa pada jumlah tray sebanyak 2 tingkat dengan jenis media kontak batu, dapat diketahui bahwa removal Mn^{2+} memiliki removal sebesar 8,11% atau sebanding dengan 0,003 mg/L Mn, sedangkan pada media yang sama dengan jumlah tray yang berbeda yaitu 3 tingkat terjadi removal Mn^{2+} sebesar 24,32% yang sebanding dengan 0,009 mg/L Mn, atau mengalami kenaikan sebesar 16,21%.

Tabel 6. Data pengujian parameter Mn dengan media arang dan batu

Jumlah Tray	Inlet (mg/L Mn ²⁺)	Outlet media (mg/L Mn ⁴⁺)	
		batu	arang
2 tray	0,037	0,034	0,030
3 tray		0,028	0,025

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium

Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa dengan jenis media yang berbeda yaitu media arang, maka akan menghasilkan removal Mn²⁺ yang berbeda pula. Pada jenis media ini removal Mn²⁺ mempunyai removal sebesar 18,92% pada jumlah tray 2 tingkat atau sebanding dengan 0,007 mg/L Mn, dan 32,43% pada jumlah tray sebanyak 3 tingkat atau sebanding dengan 0,012 mg/L Mn.

Mangan yang terlarut dalam air tanah berada dalam bentuk Mn²⁺ yang sangat tidak larut, apabila dioksidasi, maka mangan (Mn²⁺) akan berubah menjadi Mn⁴⁺ yang dapat mengendap. Persamaan reaksi oksidasi dari mangan adalah sebagai berikut:

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa dengan adanya kesadahan air, yaitu terdapat Ca(HCO₃)₂ dalam air tanah, dapat menyebabkan terjadinya pengendapan mangan (Mn²⁺) yang lebih efektif, karena suasana air cenderung bersifat basa (pH > 7) yang ditimbulkan karena adanya unsur Ca²⁺ sebagai salah satu mineral pembentuk oksida basa.

Gambar 7. Removal Mn pada media arang dan batu

- Removal Zat Organik

Dari Tabel 7 memperlihatkan bahwa pada jumlah tray sebanyak 2 tingkat dengan jenis media kontak batu, maka dapat diketahui bahwa removal zat organik memiliki removal sebesar 21,43% atau sebanding dengan 1,896 mg/L KMnO₄, sedangkan pada media yang sama dengan jumlah tray yang berbeda yaitu 3 tingkat terjadi removal zat organik sebesar 28,57% atau sebanding dengan 2,528 mg/L KMnO₄.

Tabel 7. Data pengujian parameter PV pada media arang dan batu

Jumlah Tray	Inlet (mg/L KMnO ₄)	Outlet media (mg/L KMnO ₄)	
		batu	arang
2 tray	8,848	6,952	7,268
3 tray		6,320	6,952

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium

Sedangkan pada jenis media kontak arang, diketahui bahwa pada jumlah tray sebanyak 2 tingkat memiliki efisiensi removal zat organik sebesar 17,86% atau sebanding dengan 1,58 mg/L KMnO₄ dan pada jumlah tray sebanyak 3 tingkat diperoleh efisiensi removal zat organik sebesar 21,43% atau sebanding dengan 1,896 mg/L KMnO₄.

Jumlah zat organik yang sedikit atau rendah dalam air tanah meningkatkan efisiensi pengolahan dalam proses oksidasi removal besi dan mangan. Dalam air tanah biasanya Fe²⁺ berikatan dengan zat organik membentuk ikatan kompleks besi-organik yang sulit diendapkan walaupun telah melalui proses aerasi, hal inilah yang menyebabkan proses aerasi berlangsung kurang efektif.

Gambar 8. Removal zat organik pada media arang dan batu

- *pH, Temperatur, dan Kekeruhan*

Kondisi pH, temperatur dan kekeruhan disajikan dalam satu tabel, yaitu Tabel 8, berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa pH pada media kontak arang mempunyai kecenderungan nilai pH yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pH pada media kontak batu, hal inilah yang membuat reaksi oksidasi besi dan mangan pada media arang berjalan jauh lebih efektif dibandingkan dengan proses oksidasi pada media batu.

Tabel 8. Data pH, suhu dan kekeruhan pada media arang dan batu

Keterangan		pH	Suhu (⁰ C)	Kekeruhan
inlet		6,98	27,6	4,2
oulet 2 tray	media batu	7,11	28,2	2,2
	media arang	7,19	28,3	1,8
outlet 3 tray	media batu	7,14	28,1	1,9
	media arang	7,21	28,2	1,5

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium

Berdasarkan Gambar 9 diketahui bahwa suhu/temperatur menggambarkan kondisi yang relatif konstan (tidak mengalami peningkatan yang signifikan) mulai awal proses (inlet) hingga akhir proses (outlet) aerasi. Sedangkan untuk parameter kekeruhan pada penelitian penurunan kadar besi (Fe^{2+}) dan mangan (Mn^{2+}) pada air tanah PDAM Kota Blitar ini digunakan untuk mengetahui korelasi antara konsentrasi besi, mangan dan zat organik yang terdapat dalam air tanah dengan kekeruhan yang ditimbulkan pada air baku.

Gambar 9. pH, suhu, dan kekeruhan pada media arang dan batu

V. SIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut, efisiensi removal tertinggi pada tray tanpa media kontak diperoleh dari hasil variasi dengan menggunakan tray sejumlah 3 tingkat dengan efisiensi removal besi sebesar 50,75%, mangan sebesar 15,31%, dan zat organik sebesar 2,52%. Sedangkan pada tray aerator dengan adanya penambahan media kontak, yaitu media batu dan arang, efisiensi proses tertinggi diperoleh pada variasi jumlah tray 3 tingkat dengan media kontak arang diperoleh efisiensi removal besi sebesar 83,96%, mangan sebesar 32,43%, dan zat organik sebesar 21,43%. Dengan adanya penambahan media kontak pada unit *tray aerator*, efisiensi proses aerasi dalam menurunkan kandungan besi (Fe^{2+}) terlarut meningkat sebesar 33,21%, kandungan mangan (Mn^{2+}) sebesar 17,12%, dan zat organik sebesar 18,91%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al-Laila, M. Anis. 1978. "*Water Supply Engineering Design*". An Arbor Science, USA.
- [2] Alaerts, G dan Sumestri, S. 1987. "*Metodologi Penelitian Air*". Usaha Nasional, Surabaya.
- [3] AWWA & ASCE. 1990. "*Water Treatment Plant Design*", 2nd Edition. Mc Graw Hill Book Company Inc., New York, USA.
- [4] David, G. Stevenson. 1998. "*Water Treatment Unit Process*". Imperial ollege Press.
- [5] Erness, W. Steel. 1960. "*Water Supply and Sewerage*". Mc Graw Hill Book ompany In., New York, USA.
- [6] Harry, Jue. 2003. "*Water Quality Report : Important Information about the Safety of Your Drinking Water*". (online). (<http://www.awwa.org>).
- [7] Kawamura, Susumu. 1991. "*Integrated Design of Water Treatment Facilities*". John Wiley and Sons, New York, USA.
- [8] Larry, D. Benefield and Afford, W. Randal. 1982. "*Process Chemistry of Water and Wastewater Engineering Treatment*". Prentice Hall In., New Jersey.
- [9] Reynold, Tom D. 1982. "*Unit Operations and Process in Environmental Engineering*". Books/Cole Engineering Division, Monterey, California.
- [10] Qasim, R. Syed, et al. 2000. "*Waterworks Engineering, Planning, Design, and Operations*". CBS International Editon.