PENURUNAN KANDUNGAN BESI (Fe) DENGAN MENGGUNAKAN UNIT AERASI PADA AIR

Izzati Istihara

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan,
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email korespondensi: izzati08215031@std.trisakti.ac.id

ABSTRAK

Kualitas air baku dapat mempengaruhi unit pengolahan yang akan digunakan dalam suatu penentuan rancangan bangunan pengolahan air minum, salah satunya penurunan kadar besi. Kualitas air harus berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 mengenai Persyaratan Air Minum dengan nilai baku mutu parameter besi sebesar 0,3 mg/L. Penurunan kadar besi sulit dihilangkan dengan metode kimia tunggal sehingga perlu dilakukan juga dengan penambahan proses pengolahan air salah satunya yaitu unit aerasi. Unit aerasi memiliki beberapa sistem, diantaranya aerasi dengan metode multiple platform aerator, aerasi dengan sistem bubble aerator, aerasi dengan sistem gravitasi bertingkat, dan aerasi tipe cascade dengan berbagai efisiensi penyisihan. Studi lebih lanjut mengetahui besar penurunan kadar besi dengan menggunakan unit aerasi diperoleh rekomendasi dengan menggunakan sistem cascade untuk penggunaan yang lebih efisien.

Kata Kunci: *Aerasi; Besi; Efisiensi Penyisihan*

PENDAHULUAN

Air banyak memiliki manfaat salah satunya sebagai sumber air baku yang dapat digunakan untuk pengolahan air minum yaitu mengubah air baku menjadi air yang layak untuk dikonsumsi. Pembangunan instalasi air adalah solusi untuk memenuhi kebutuhan air minum sehingga air yang dikonsumsi oleh masyarakat dapat terjamin kualitas, kuantitas maupun kontinuitas. Penentuan unit instalasi air dapat mempengaruhi kualitas air minum. Kualitas air minum mengacu pada Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 mengenai Persyaratan Air Minum.

Salah satu parameter yang penting untuk diturunkan kandungannya adalah logam besi (Fe) yang berada pada air terutama pada air sungai dan air tanah yang merupakan salah satu sumber besi (Fe). Penurunan logam besi dapat dilakukan dengan penambahan unit pengolahan air minum pra-pengolahan yaitu unit aerasi. Tujuannya adalah untuk memenuhi konsumsi kebutuhan kualitas air minum agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Berdasarkan uraian diatas maka diperlukan adanya studi lebih lanjut mengenai pengaruh aerasi terhadap penurunan kandungan besi dengan sumber air baku air sungai

TINJAUAN PUSTAKA

Kualitas air harus berdasarkan persyaratan kualitas air bersih dan air minum yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 mengenai Persyaratan Air Minum yang digunakan antara lain:

1. Syarat fisik

Syarat fisik yang digunakan dalam PerMenKes 492 tahun 2010 yang harus dipenuhi berupa bau, warna, total zat padat terlarut, kekeruhan, rasa dan suhu.

2. Syarat Kimia

Syarat kimia digunakan untuk mengontrol zat pencemar yang masuk ke dalam air secara berlebihan. Kualitas air yang harus memenuhi berupa pH normal, aluminium, besi, seng dan jenis logam lainnya, serta kesadahan.

3. Syarat Biologi

Syarat biologi digunakan untuk mencegah bakteri berbahaya yang berada di dalam air baku. Parameter biologi yang harus memenuhi standar persyaratan berupa total bakteri koliform dan *E. Coli*

4. Syarat Radioaktivitas

Syarat radioaktivitas digunakan untuk mencegah efek yang dapat merusak sel makhluk hidup. Kualitas air dalam PerMenKes 492 tahun 2010 yang harus memenuhi standar persyaratan berupa *gross alpha activity* dan *gross beta activity*

Air yang akan dikonsumsi harus memenuhi standar kualitas diatas, kandungan besi yang diperbolehkan pada PerMenKes 492 tahun 2010 sebesar 0,3 mg/L, salah satu upaya adalah diperlukan pengolahan sebelum air tersebut dikonsumsi masyarakat. Sumber air berasal dari mana saja, sumber penyedia air baku terbagi menjadi tiga, yaitu:

1. Air permukaan (surface water)

Sumber air yang terdapat pada permukaan bumi contohnya air sungai atau air danau.

2. Air Tanah (ground water)

Air yang terkandung dalam ruang pori, fraktur, dan lainnya bukaan di bahan bawah permukaan di bawah permukaan air

3. Air laut

Air laut mempunyai sifat asin yang mengandung kadar garam NaCl dalam air laut sebesar 3%

4. Air hujan

Air hujan adalah air yang murni dan bersih tetapi mudah mengalami kontaminasi dikarenakan adanya pengotoran oleh debu industri atau kendaraan.

Berdasarkan keempat jenis air tersebut, air permukaan dan air tanah yang dapat dijadikan sebagai sumber air baku air minum. Kedua jenis air ini sangat berkaitan erat dengan kehidupan masyarakat dan biasanya terdapat logam logam yang ikut terlarut. Salah satu contohnya adalah logam besi. Hal ini mengakibatkan diperlukannya sistem pengolahan air untuk menghilangkan kandungan besi yang berada didalamnya.

Kandungan besi paling banyak ditemukan di air tanah. Air tanah dapat terkontaminasi apabila terdapat sumber pencemar salah satunya adalah bahan kimia yang tersimpan dalam tanah pada suatu industri, endapan yang dihasilkan industri, dan pipa serta penampungan air berbahan besi.

Kandungan Besi (Fe) dalam Air

Besi merupakan elemen kimiawi yang mudah ditemui salah satunya pada badan air. Besi dalam air dapat terlarut, tersuspensi atau tergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganik. Besi dalam air dapat menimbulkan rasa atau bau Pada air permukaan kadar besi memiliki kandungan kurang dari 1 mg/L sedangkan pada air tanah lebih dari 1 mg/L (1). Sedangkan menurut PerMenKes 492 tahun 2010 kandungan besi maksimum sebesar 3 mg/L. Apabila kadar besi yang tinggi masuk ke dalam tubuh manusia dapat menyebabkan gangguan kesehatan bahkan kematian.

Air yang telah terkontaminasi dengan logam besi maka akan sulit dihilangkan dengan metode kimia tunggal. Kandungan besi yang terdapat dalam air memiliki ion valensi berjumlah dua dan tiga Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Ion valensi yang terbentuk tergantung pada kondisi pH dan oksigen yang berada dalam air, ikatan yang terbentuk berbagai macam tergantung

unsur yang akan mengikatnya. Kandungan besi dapat berasal dari senyawa yang tersuspensi seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Fe_2O_3 dan sebagainya.

Kelarutan besi dalam air tergantung pada kedalamannya, semakin dalam air yang meresap pada tanah maka semakin tinggi kelarutan dalam air tersebut. Derajat keasaman (pH) rendah juga akan membentuk endapan besi akibat dari adanya proses korosif.

Kandungan besi yang melebihi standar kualitas air minum mengakibatkan beberapa gangguan seperti gangguan teknis yang menyebabkan sifat korosif, gangguan fisik yang menyebabkan berubahnya kondisi fisik air serta gangguan kesehatan yang menyebabkan rasa mual, rusaknya dinding usus bahkan kematian

Beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk penurunan kadar besi adalah dengan penambahan oksidasi, *ion exchange*, *Adsorpsi*, aerasi, dan filtrasi (penyaringan). Pada penelitian yang telah dilakukan kadar besi dapat dianalisis menggunakan asam askorbat untuk mengurangi $\text{Fe}(\text{III})$ dalam larutan $\text{Fe}(\text{II})$. Reagen $\text{Fe}(\text{II})$ yang biasa digunakan adalah 1,10-phenanthroline. Selain itu, pada penelitian yang sama jugabahan kimia yang digunakan adalah asam asorbat dan asam askorbat. Penurunan kandungan besi salah satunya adalah menggunakan aerasi.

Proses Pengolahan Air: Aerasi

Proses pengolahan air minum memerlukan analisis kualitas untuk mengetahui pengolahan yang dapat memenuhi sistem pengolahan serta kriteria dan baku mutu yang telah ditetapkan. Tahapan unit pengolahan air digolongkan menjadi tiga (3) bagian, yaitu: pengolahan fisik, pengolahan biologis dan pengolahan kimia

Pengolahan fisik dilakukan dengan tujuan mengurangi kekeruhan dan padatan, pengolahan biologis bertujuan untuk menghilangkan bakteri dan pengolahan kimiawi dilakukan dengan pemberian koagulan. Pengolahan fisik dilakukan dengan penambahan unit instalasi untuk menurunkan parameter yang melebihi standar kualitas air minum. Unit-unit pengolahan terbagi menjadi tiga (3) tahap, yaitu pra pengolahan, pengolahan dan pengolahan khusus. Pra pengolahan merupakan tahap awal dalam melakukan pengolahan air dengan pemberian penyaring (*screening*) di unit *intake* dan unit aerasi. Pengolahan merupakan tahap utama dalam melakukan penjernihan air dengan pemberian unit salah satunya koagulasi-flokulasi. Pengolahan khusus merupakan pengolahan yang diberikan apabila terdapat parameter yang tidak bisa disisihkan pada pra pengolahan dan pengolahan. Aerasi yang diikuti dengan pemisahan padat/cair biasanya diterapkan untuk menghilangkan zat besi. Proses aerasi untuk mengoksidasi besi dengan konsentrasi tinggi ($> 5,0 \text{ mg/L}$) sehingga dapat menghemat biaya bahan kimia(2). Tujuan dari proses aerasi adalah meningkatkan konsentrasi oksigen yang berada didalam air yang berguna dalam pengolahan air. Terjadi kontak antara air dan oksigen dikarenakan adanya penambahan udara dalam air pada proses aerasi sehingga dapat membentuk endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$, selain itu berdasarkan penelitian sebelumnya fungsi aerasi yaitu meningkatkan produksi oksigen ditandai dengan penurunan parameter organik dan *chemical oxygen demand* (COD).

Penurunan kadar besi dapat dilakukan dengan penambaha unit aerasi, beberapa jenis aerasi diantaranya aerasi dengan sistem multiple platform aerator, aerasi dengan sistem bubble aerator, aerasi dengan sistem gravitasi bertingkat, dan aerasi tipe cascade

Berdasarkan penelitian sebelumnya dengan menggunakan multiple platform aerator mampu menurunkan kadar besi dengan efisiensi penyisihan sebesar 92,26%. Secara umum pembangunan unit aerasi dengan sistem ini tidak membutuhkan banyak biaya karena merupakan unit sederhana serta penyisihan yang dihasilkan cukup tinggi. Sistem aerasi

dengan metode multiple platform aerator terdiri dari lempengan-lempengan sehingga terjadi kontak udara dengan air melalui sisi lempeng tersebut.

Aerasi dengan sistem bubble aerator dapat menggunakan bak penampung dengan dilakukan injeksi udara dari dasar sehingga air akan naik dan terjadi kontak dengan besi. Sistem ini tidak membutuhkan udara yang banyak hanya sebesar 0,3-0,5 m³ udara per m³ air. Pada sistem ini volume mudah untuk ditingkatkan serta praktis untuk digunakan tetapi biaya yang dibutuhkan besar karena menggunakan mesin untuk perawatan dan operasional. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penyisihan kadar besi yang sebesar 76,47%. Gelembung halus adalah komponen kunci dalam meningkatkan kinerja reaktor gas-cair, terutama dalam situasi di mana reaksi terbatas transfer massa.

Aerasi dengan sistem tray aerator 5 tingkat merupakan salah satu jenis aerator dengan menggunakan gravitasi. Pada sistem ini biasanya memiliki 4 atau 5 tingkat tray yang disusun secara horizontal dan memiliki lubang-lubang dengan jarak yang telah ditentukan sereta ketinggian tray yang berbeda sesuai dengan yang direncanakan. Pada penelitian yang telah dilakukan, tray aerator 5 tingkat memiliki penyisihan besi sebesar 10% dengan waktu detensi 4 menit.

Aerasi dengan sistem cascade ini merupakan metode dengan membentuk tangga vertikal. Sistem ini juga merupakan sistem yang biasa digunakan di Indonesia, terbuat dari papan kayu atau beton sehingga biaya yang dikeluarkan akan lebih murah tetapi tidak mudah untuk bertahan lama (rusak). Pada metode ini semakin banyak tangga vertikal yang disertai dengan bak penampungan maka mineral besi yang terlepas semakin banyak. Pada penelitian sebelumnya efisiensi penyisihan dengan menggunakan sistem ini sebesar 98,73%.

Tabel 1. Hasil Penelitian Efisiensi Penyisihan dari Berbagai Sistem Aerator

Judul Paper, Tahun	Penulis	Hasil Penelitian
Analisa Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Metode Waterfall Aerator Dan Multiple Platform Aerator, 2018	Seri Asnawati Munthe, Jasmen Manurung, dan Realita	Efisiensi penyisihan dengan Multiple Platform Aerator = 92,26%
Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Menggunakan Tray Aerator Dan Diffuser Aerator, 2015	Aizar Luthfihani, dan A. Purnomo	Efisiensi penyisihan dengan Tray Aerator = 10%
Efektivitas Cascade Aerator Dan Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali, 2012	Eko Hartini	Efisiensi penyisihan dengan Bubble Aerator = 76,47%
Efektivitas Cascade Aerator Dan Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali, 2012	Eko Hartini	Efisiensi penyisihan dengan Cascade Aerator =98,73%

PENUTUP

Beberapa sistem aerasi yang dapat digunakan adalah aerasi dengan sistem multiple platform aerator, aerasi dengan sistem bubble aerator, aerasi dengan sistem gravitasi bertingkat, dan aerasi tipe cascade. Berdasarkan keempat sistem tersebut yang direkomendasikan untuk dapat digunakan adalah sistem cascade dengan efisiensi penyisihan sebesar 98,73% dengan biaya yang dikeluarkan tidak mahal dan merupakan unit sederhana

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian Dwi Putra, Rositayanti Hadisoebroto, dan Widyo Astono. 2018. Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum di Kecamatan Bekasi Timur, Kota Bekasi, Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Kota Berkelanjutan
DOI: <http://dx.doi.org/10.25105/psnkb.v1i1.2900>
- Aizar Luthfihani dan A. Purnomo. 2015. Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Menggunakan Tray Aerator dan Diffuser Aerator. 4(1)
DOI: 10.12962/j23373539.v4i1.8902
- Arnaud IgorNdé-Tchoupé, Charles Péguy Nanseu-Njiki, Rui Hu Achille Nassi, Chicgoua Noubactep and Tobias Licha. 2019. Characterizing the reactivity of metallic iron for water defluoridation in batch studies. Chemosphere. 219
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.065>
- Bambang Suharto, Liliya Dewi, Aulia Nur Mustaqiman dan Tyas Roro Anggraini Kyai Marjo. 2019. The Study of Water Quality Status in The Ngebrong River with Physical and Chemical Parameters in The Tawangsari Barat Region, Pujon District Malang Regency. Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology. Vol 2(2) 164-180.
DOI : <http://dx.doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v2i2.4361>
- Brewster Conant Jr, Clara E. Robinson, Marc J. Hinton, and Hazen A.J Russell. 2019. framework for conceptualizing groundwater-surface water interactions and identifying potential impacts on water quality, water quantity, and ecosystems. Journal of Hydrology
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.04.050>
- Eko Hartini. 2012. Efektivitas Cascade Aerator Dan Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 8(1)
DOI: <https://doi.org/10.15294/kemas.v8i1.2258>
- James I.Price, and Matthew T.Heberling. 2018. The Effects of Source Water Quality on Drinking Water Treatment Costs: A Review and Synthesis of Empirical Literature. Ecological Economics. 151
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.014>
- James O. Hanotu, Jemaka Bandulasena and William B. Zimmerman. 2017. Aerato Design for Microbubble Generation. Chemical Engineering Research and Design
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2017.01.034>
- Laila Febriana dan Astrid Ayuna. 2015. Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta. 7(1)
DOI: <https://doi.org/10.24853/jurtek.7.1.35-44>
- Muthia Fitriana Hakim, Bambang Iswanto dan Muhammad Lindu. 2017. Study Of Water Quality At West Sunter Reservoir, North Jakarta Based On Physical And Chemical Parameters. Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology. Vol 1(1) 16-36
DOI : <http://dx.doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v1i1.2401>
- Nuratiqah Marsidi, Hassimi Abu Hasan and Siti Rozaimah Sheikh Abdullah. 2018. A review of biological aerated filters for iron and manganese ions removal in water treatment. Journal of Water Process Engineering. 23
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.01.010>
- Seri Asnawati Munthe, Jasmen Manurung, dan Realita. 2018. Analisa Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Metode Waterfall Aerator Dan Multiple Platform Aerator. Jurnal Mutiara Kesehatan Masyarakat. 3(2)

- Suarni Saidi Abuzar. 2012. Koefisien Transfer Gas (Kla) Pada Proses Aerasi Menggunakan Tray Aerator Bertingkat 5 (Lima). Jurnal Dampak. 9(2)
DOI: <https://doi.org/10.25077/dampak.9.2.132-140.2012>
- Tri Joko dan Savitri Rachmawati. 2016. Variasi Penambahan Media Adsorpsi Kontak Aerasi Sistem Nampan Bersusun (Tray Aerator) Terhadap Kadar Besi (Fe) Air Tanah Dangkal di Kabupaten Rembang. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia. 15(1)
DOI: 10.14710/jkli.15.1.1-5