

## Kinerja Filter Pasir Lambat Dalam Menurunkan Fe Dan Mn

Lela Mukmilah Yuningsih

Fakultas Sains dan Teknologi – Universitas Muhammadiyah Sukabumi  
e-mail: lelathea@yahoo.co.id

**Abstrak.** Air baku merupakan air yang berasal dari bawah tanah yang dikenal dengan nama artesis. Air tersebut mempunyai kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja filter pasir lambat (*slow sand filter*) dengan menggunakan media pasir aktif dan karbon aktif untuk mengurangi besi dan mangan. Parameter yang akan digunakan untuk mengetahui kinerja dari filter pasir lambat dengan media filter pasir dan karbon aktif ini dibatasi pada penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn). Dari hasil penelitian diperoleh penurunan konsentrasi besi 0.0641 mg/L dengan efisiensi 97.54% dengan media filter pasir aktif, penurunan konsentrasi mangan 0.1112 mg/L dengan efisiensi 78.28% dengan media filter pasir aktif, penurunan konsentrasi besi 0.0145 mg/L dengan efisiensi 99.33% dengan media filter pasir aktif-karbon aktif, penurunan konsentrasi mangan 0.0654 mg/L dengan efisiensi 90.62% dengan media filter pasir aktif-karbon aktif. Kinerja filter dengan media filter pasir aktif-karbon aktif membutuhkan waktu lebih lama yaitu 36 hari dibandingkan dengan media filter pasir yang membutuhkan waktu 28 hari dengan debit 0.0005 L/d. Terdapat perbedaan efisiensi penurunan kadar Fe maupun Mn dari ke-6 debit yang digunakan.

**Kata Kunci :** Filter pasir lambat, pasir aktif, karbon aktif

### I. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan utama bagi manusia dan makhluk hidup lainnya guna kelangsungan hidup. Air diperlukan manusia dalam kehidupan sehari-hari untuk minum, mandi, mencuci dan sebagainya. Oleh karena itu, manusia harus memperhatikan syarat-syarat kualitas air yang boleh digunakan tanpa menimbulkan gejala yang merugikan bagi kesehatan dan lingkungannya. Manusia harus menyadari dan mencari solusi yang terbaik bagaimana caranya menyediakan air yang bersih, dan menjaga air tetap memenuhi baku mutu air bersih sehingga dapat dipergunakan dengan aman.

Kadar maksimum kekeruhan, mangan (Mn), dan besi (Fe) yang terlarut dalam air bersih menurut keputusan Menteri Kesehatan No. 1205/MENKES/Per/X/2004 tidak boleh lebih dari 25 NTU, 0.5 mg/L dan 1.0 mg/L. Kekeruhan, kandungan mangan dan kandungan besi yang terlarut dalam air dapat dikurangi dengan cara filtrasi (penyaringan).

Filtrasi adalah proses pemisahan air dari partikel tersuspensi dan koloid, dapat mengurangi jumlah bakteri dan mengubah komposisi senyawa kimia air yang dibawa, dengan cara melewatkan air yang akan diolah melalui suatu media berpori.

*Rafid sand filter* merupakan salah satu jenis filter yang dapat dijadikan alat untuk pengolahan terhadap air tanah. Laju filtrasi yang digunakan pada rentang  $5 - 7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$ . Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi laju filtrasi yaitu pengolahan air umpan dengan koagulasi dan -

sedimentasi sebelum proses filtrasi, ukuran media filter dan *backwashing* media filter. Media filter yang digunakan memiliki diameter efektif antara 0.5 – 2 mm. Tinggi media filter yang dimasukkan ke dalam kolom filtrasi antara 0.60 – 0.75 m.

Slow sand filter adalah bak filter yang menggunakan pasir sebagai media filter dengan diameter efektif antara 0.1 – 0.35 mm. Proses sederhana dengan mengalirkan air berdasarkan gravitasi sangat lambat dan simultan, air baku secara lambat melewati media pasir porous, air mengalir dari permukaan atas saringan (filter) dan keluar dari bagian bawah, dengan kecepatan filtrasi sebesar 0,1 s/d 0,4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jam (kecepatan rendah). Di Indonesia biasanya yang banyak diterapkan adalah tipe konvensional dengan arah aliran dari atas ke bawah (*downflow*). Filter pasir ini cocok digunakan untuk menyaring air baku yang mempunyai kekeruhan sedang sampai rendah dan konsentrasi oksigen terlarut sedang sampai tinggi.

Materi suspensi dan koloid dari air baku akan bertahan dilapisan teratas filter yang dapat menimbulkan penyumbatan. Hal ini menyebabkan filter harus dibersihkan agar berfungsi seperti kapasitas semula, dan membuang/mengangkat lapisan kotoran penyumbat sedalam satu sampai dua centimeter (Huisman, 1974).

Keuntungan dari filter pasir lambat adalah desain dan operasi yang sederhana, selain itu tidak dibutuhkan penambahan bahan kimia untuk membantu proses penyaringan ini. Pencucian media pasir relatif mudah, serta hasilnya sama dengan saringan pasir konvensional. Kapasitas pengolahan dapat dirancang dengan berbagai ukuran sesuai kebutuhan yang diperlukan.

Kelemahannya, jika kekeruhan air baku naik, terutama waktu hujan, sering terjadi penyumbatan pada filter pasir, sehingga perlu dilakukan pencucian (*backwash*) secara manual dengan cara mengeruk media pasirnya dan dicuci.

Filter pasir lambat pada umumnya tidak membutuhkan proses pengolahan awal (*pretreatment*) berbahan kimia, sehingga sumber air haruslah berkualitas tinggi. Cleasby (1991) memberikan rekomendasi mengenai kualitas sumber air untuk filter pasir lambat yang digunakan tanpa filter kasar (*roughing filter*) yaitu :

1. Kekeruhan (*turbidity*) rendah kurang dari 5 NTU
2. Tidak ada kumpulan alga dan klorofil kurang lebih 0,05 g/l
3. Besi kurang dari 0,3 mg/l dan mangan kurang dari 0,05 mg/l

Berikut desain filter pasir lambat (*slow sand filter*)

Tabel 1 Desain Filter Pasir Lambat

No	Parameter Desain	Keterangan
1	Kecepatan Filtrasi	1 – 8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jam
2	Ukuran Media Penyaring	0.15 – 0.35 mm
3	Area Unggun	< 200 m <sup>2</sup>
4	Kedalaman Unggun	60 – 120 cm

Sumber : [www.techbrief.com](http://www.techbrief.com)

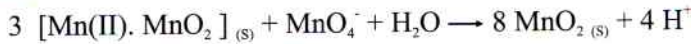
Filter pasir lambat mempunyai beberapa keterbatasan diantaranya :

1. Membutuhkan luas area yang besar.
2. Membutuhkan media penyaring dalam jumlah besar.



3. Air baku dengan tingkat kekeruhan yang tinggi dapat menyumbat dengan cepat pada pasir yang ada di dalam alat penyaring.

Pasir aktif adalah pasir yang diaktifkan oleh larutan  $\text{KMnO}_4$ , yang akan membentuk lapisan  $\text{MnO}_2$ . Lapisan  $\text{MnO}_2$  inilah yang bertindak sebagai katalis pada proses oksidasi ion  $\text{Mn(II)}$ . Reaksi yang berlangsung pada saat pengaktifan adalah sebagai berikut :



Pasir aktif merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghilangkan ion besi dan mangan, yang berfungsi sebagai katalis reaksi oksidasi sekaligus sebagai media filter hasil oksidasi.  $\text{Fe(II)}$  dan  $\text{Mn(II)}$  yang tidak teroksidasi, dapat diadsorpsi oleh lapisan besi hidroksida dan mangan pada filter dimana dioksidasi menjadi  $\text{Fe(III)}$  dan  $\text{Mn(IV)}$ .

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Nama karbon aktif berasal dari material yang mengandung karbon dengan kapasitas adsorpsi besar yang dihasilkan dari sejumlah besar material seperti tempurung kelapa, kayu, merang, sekam atau serbuk gergaji dan batubara.

Kandungan air dalam karbon aktif sangat tinggi akan mengurangi daya serap karbon aktif. Berdasarkan standar perdagangan, kadar air karbon aktif tidak boleh melebihi 5% berat untuk karbon aktif butiran kecil dan 3% untuk karbon aktif serbuk (Endang S, 2002). Karbon aktif yang dihasilkan biasanya berupa granular dan powder (tepung) dengan ukuran dapat disesuaikan dengan permintaan pasar. Karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini memiliki bilangan iod (iodine number) antara 600 – 750 mg/gr dan bilangan methylen biru (methylene blue number) antara 60 – 70 mg/gr, dengan kandungan karbon sebesar 85%, kadar air 3%, pH antara 8 – 10, dan kadar abu sebesar 5%.

Karbon aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut, baik di air maupun di udara. Apabila dibiarkan di udara terbuka, maka dengan segera akan menyerap debu halus yang terkandung di udara (polusi). Dalam waktu 40 jam biasanya karbon aktif tersebut menjadi jenuh dan tidak aktif lagi. Oleh karena itu biasanya karbon aktif di kemas dalam kemasan kedap udara. (<http://www.o-fish.com/filter/filterkimia.htm>)

## **II. Metodologi**

Diagram penelitian sebagai berikut :



### III. Hasil Dan Pembahasan Hasil Pemeriksaan Air Baku

Berdasarkan pemeriksaan terhadap air baku didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Pendahuluan

No	Parameter Analisis	Satuan	Batas Syarat Air Bersih	Hasil Pemeriksaan (Variasi Debit Ke)					
				1	2	3	4	5	6
				0,0005	0,002	0,003	0,0005	0,002	0,003
1	Besi total	mg/L	1,0	2,61	1,85	2,06	2,15	1,975	2,025
2	Mangan Total	mg/L	0,5	0,512	0,628	0,725	0,697	0,698	0,857

\*) KepMenkes No.1205/MENKES/Per/X/2004, Batas syarat air bersih

Ket. Debit 1-3 media pasir aktif

Debit 4-6 media pasir aktif- karbon aktif

Dari tabel pemeriksaan di atas diperoleh data inlet yang berfluktuasi tiap debit 1 – 6 dengan kandungan besi total (Fe) antara 1,85 mg/L – 2,61 mg/L dan  $Mn^{2+}$  antara 0,512 mg/L – 0,857 mg/L., hal ini menunjukkan bahwa air tanah dalam banyak mengandung unsur besi dalam tanah yang membentuk endapan besi (III) oksida, dan besi *sulfida* yang tereduksi dalam suasana *anaerob* sehingga terlarut dalam air maupun besi (II) karbonat yang mengandung -

cukup CO<sub>2</sub> (Sawyer, 1994) dan senyawa organik yang mengendap dalam tanah dengan melepaskan besi dan mangan ke air pada kondisi *anaerob* (Sawyer, 1994).

### Hasil Pemeriksaan Filtrat

Berdasarkan pemeriksaan filtrat terhadap media filter yang berbeda, dimana debit 1 sampai dengan debit 3 menggunakan media pasir aktif sedangkan debit 4 sampai dengan debit 6 menggunakan media pasir aktif dan karbon aktif, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Filtrat Q<sub>1</sub>, media pasir aktif

No	Parameter	Satuan	Inlet	Variasi Waktu (Jam)						
				1	5	10	15	20	25	30
1	Besi Total	mg/L	2.61	0.3223	0.1315	0.1088	0.0975	0.0863	0.0752	0.0641
2	Mangan Total	mg/L	0.512	0.2521	0.2222	0.1924	0.1742	0.1621	0.1300	0.1112

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Filtrat Q<sub>2</sub>, media pasir aktif

No	Parameter	Satuan	Inlet	Variasi Waktu (Jam)						
				1	5	10	15	20	25	30
1	Besi Total	mg/L	2.06	0.2421	0.2112	0.1856	0.1656	0.1578	0.1245	0.1132
2	Mangan Total	mg/L	0.725	0.5521	0.4534	0.3123	0.2723	0.2212	0.1734	0.1632

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan Filtrat Q<sub>3</sub>, media pasir aktif

No	Parameter	Satuan	Inlet	Variasi Waktu (Jam)						
				1	5	10	15	20	25	30
1	Besi	mg/L	1.85	0.4421	0.4231	0.3321	0.3211	0.2312	0.1429	0.1201
2	Mangan	mg/L	0.628	0.5524	0.5039	0.4557	0.4077	0.3599	0.2634	0.2234

Tabel 5 Hasil Pemeriksaan Filtrat Q<sub>1</sub>, media pasir aktif - karbon aktif

No	Parameter	Satuan	Inlet	Variasi Waktu (Jam)						
				1	5	10	15	20	25	30
1	Besi	mg/L	2.15	0.1443	0.1321	0.0834	0.0643	0.0501	0.0325	0.0145
2	Mangan	mg/L	0.697	0.2311	0.2145	0.1754	0.1211	0.1011	0.0954	0.0654



Tabel 6 Hasil Pemeriksaan Filtrat  $Q_2$ , media pasir aktif - karbon aktif

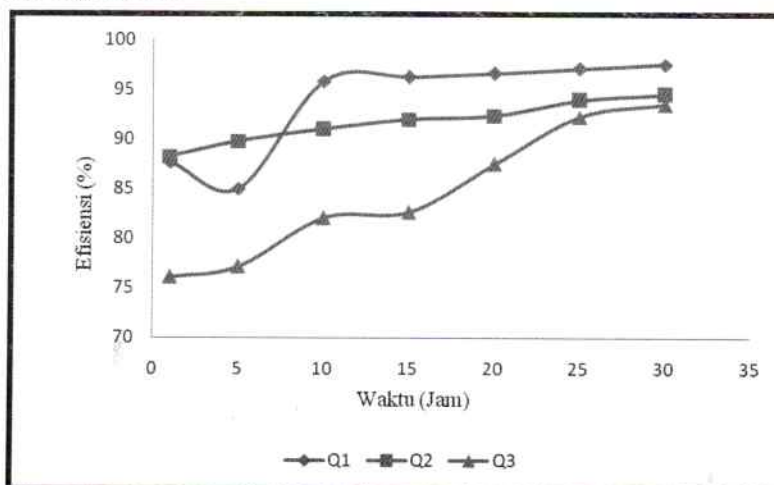
No	Parameter	Satuan	Inlet	Variasi Waktu (Jam)						
				1	5	10	15	20	25	30
1	Besi	mg/L	1.975	0.2311	0.2145	0.1743	0.1571	0.1322	0.1131	0.0976
2	Mangan	mg/L	0.698	0.4211	0.3721	0.2978	0.2121	0.1976	0.1522	0.1176

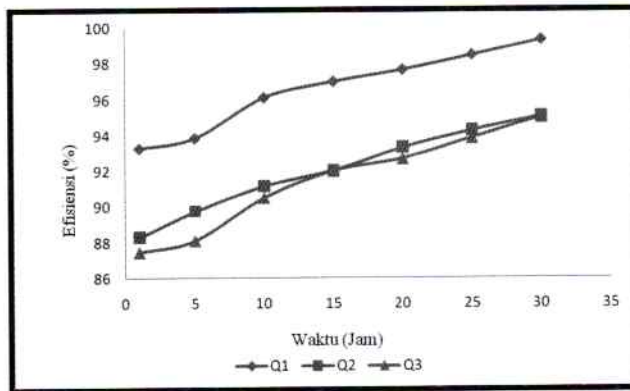
Tabel 7 Hasil Pemeriksaan Filtrat  $Q_3$ , media pasir aktif - karbon aktif

No	Parameter	Satuan	Inlet	Variasi Waktu (Jam)						
				1	5	10	15	20	25	30
1	Besi	mg/L	2.025	0.2543	0.2411	0.1923	0.1621	0.1478	0.1245	0.1010
2	Mangan	mg/L	0.857	0.4876	0.4123	0.3753	0.2576	0.2147	0.1976	0.1534

Dari semua hasil pemeriksaan filtrat dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi besi dan mangan dengan menggunakan media filter pasir aktif dan pasir aktif – karbon aktif. Pada  $Q_1$  terjadi penurunan yang besar dibandingkan  $Q_2$  dan  $Q_3$ , hal ini karena kecepatan filter melewati media lebih lama. Sedangkan dengan menggunakan media filter pasir aktif – karbon aktif dapat menurunkan konsentrasi besi dan mangan lebih tinggi dibandingkan hanya menggunakan media filter pasir aktif, karena karbon aktif memiliki daya adsorpsi yang bagus dan memiliki ruang pori yang sangat banyak, pori-pori ini dapat menangkap partikel-partikel yang sangat halus.

Kenaikkan efisiensi besi pada tiap debit dengan media pasir aktif dapat dilihat pada gambar 1, sedangkan kenaikan efisiensi besi dan mangan dengan media pasir aktif-karbon aktif dapat dilihat pada gambar 2

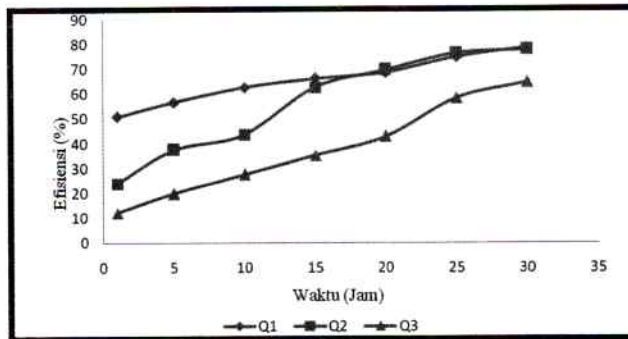
Gambar 1 Efisiensi besi dengan media pasir aktif pada  $Q_1, Q_2, Q_3$



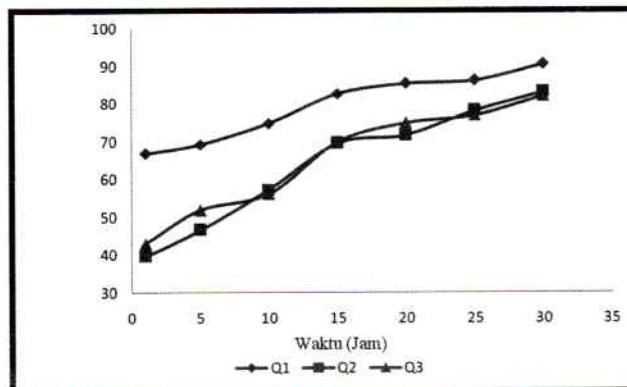
Gambar 2 Efisiensi besi dengan media pasir aktif dan karbon aktif pada Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>

Dari hasil semua pengukuran efisiensi besi dan mangan terjadi kenaikan pada media pasir aktif dan karbon aktif antara 82,10 % - 99,33 %, ini menunjukkan media filter pasir aktif dan karbon aktif sangat bagus digunakan dalam filter air minum. Pengaruh karbon aktif sangat dominan pada penelitian ini, berbeda dengan media filter yang menggunakan pasir aktif penurunan efisiensi pada konsentrasinya tapi tidak sebaik menggunakan karbon aktif.

Kenaikkan efisiensi mangan pada tiap debit dengan media pasir aktif dapat dilihat pada gambar 3, sedangkan kenaikan efisiensi besi dan mangan dengan media pasir aktif-karbon aktif dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 3 Efisiensi mangan dengan media pasir aktif pada Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>



Gambar 4 Efisiensi mangan dengan media pasir aktif dan karbon aktif pada Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penurunan konsentrasi besi 0.0641 mg/L dengan efisiensi 97.54% dengan media filter pasir aktif.
2. Penurunan konsentrasi mangan 0.1112 mg/L dengan efisiensi 78.28% dengan media filter pasir aktif
3. Penurunan konsentrasi besi 0.0145 mg/L dengan efisiensi 99.33% dengan media filter pasir aktif-karbon aktif.
4. Penurunan konsentrasi mangan 0.0654 mg/L dengan efisiensi 90.62% dengan media filter pasir aktif-karbon aktif.
5. Kinerja filter dengan media filter pasir aktif-karbon aktif membutuhkan waktu lebih lama yaitu 36 hari dibandingkan dengan media filter pasir yang membutuhkan waktu 28 hari dengan debit 0.0005 L/d.
6. Terdapat perbedaan efisiensi penurunan kadar Fe maupun Mn dari ke-6 debit yang digunakan

#### Daftar Pustaka

1. Cleary, Shawn A, *Sustainable Drinking Water Treatment For Small Communities Using Multistage Slow Sand Filter*. Civil engineering, Waterloo, Ontario, Canada, 2005.
2. Cahyana, G. H., *Slow Sand Filter*, Majalah Air Minum Edisi 149, Februari, 2008.
3. Cahyana, G. H., *Adsorpsi Karbon Aktif*, Majalah Air Minum, Februari 2009.
4. Droste, Ronald L ; *Theory And Practice Of Water And Wastewater Treatment*, John Wiley & Sons, Inc, Canada – USA, 1997.
5. Fair, G. M., Gayer, J. C. ; *Water Supply and Wasted Water Disposal*, John D. Wiley & Sons, Inc, Newyork-London-Sydney, 1954.
6. Fair, G. M., Geyer, J. C., Okun, D. A., *Water and Waste Water Engineering, Volume 2; Water Purification and Waste Water Treatment and Disposal*, John D. Wiley & Sons, Inc, New York, 1968.
7. Haryanto Fery, TA/628.164/HAR ; *Saringan Pasir Lambat Tepat Guna Skala Rumah Tangga*, ITB, 2000.
8. Huisman, L. Prof. Dr.Ir., *Slow Sand Filter*, Delft University of Technologi, Netherlands, 1975.
9. Huisman, L. Prof. Dr. Ir., *Rapid Sand Filtration*, Delft University of Technologi, Netherlands, 1974.
10. Logsdon, G.S, Kohne, R, Abel, S and Labonde, S. ; *Slow Sand Filter For Small Water System*, NRC, Canada, 2002.
11. Notodarmojo Suprihanto, *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*, Institut Teknologi Bandung, 2005.
12. Soemirat Slamet J, dr. MPH. PH.D : *Kesehatan Lingkungan* , Gadjah Mada University Press, 1994.
13. Sawyer, Clair N., McCarty, Perry L., Parkin, Gene F., *Chemistry For Enviromental Engineering*, Fourth Edition, Mc Graw-Hill International Edition, Singapore, 1994.
14. Sarah Siti Ira, TA/628:164/SAR.k/ *Kinerja Filter Pasir Lambat Aktif Pada Pengolahan Air Rembesan Lebak Siliwangi*, FTSP, TL, Oktober 1996.



15. Tan, *Dasar-dasar Kimia Tanah*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta-Indonesia, 1982.
16. Twort, A.C., *Water Supply*, 2<sup>nd</sup> Edition, London, 1974.
17. U. Suria Wiria, *Pengantar Mikrobiologi Lingkungan, Air dan Sanitasi*, Departemen Teknik Penyehatan, ITB, 1979.
18. World Health Organization ; *Guidelines For Drinking-Water Quality*, Geneva, 1984.