

STUDI PENURUNAN KADAR BESI (Fe) DENGAN FILTRASI SINGLE MEDIUM

Suryani Syahrir¹⁾ dan Irwan Gani²⁾
¹⁾ Dosen Teknik Sipil STT-Baramuli Pinrang
²⁾ Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Pangkep

ABSTRACT

In general, filtration is a process used in a water treatment to separate impurities (particulates) contained in water. Water seeps and passes through the filter media so that it will accumulate on the filter surface and accumulate along the depth of the media through which it passes. Iron (Fe) is one of the elements that can be found in almost every place on earth, in all geological layers and all bodies of water. In general, iron in water can be dissolved as Fe^{2+} or Fe^{3+} . Water treatment methods to reduce the iron content of water commonly used follow the basic steps of oxidation, sedimentation and filtration. Filtration is the process of cleaning water by passing it through a porous media. One of the most widely used porous media is quartz sand. In this research, Malimpung quartz sand is used as a filter media, which previously went through a testing phase in the Soil Mechanics Laboratory to test whether Malimpung quartz sand qualifies as a filter sand. Furthermore, a miniature filtration device is made using acrylic material with dimensions $60 \times 60 \times 160 \text{ cm}^3$. The purpose of this study is to analyze the effectiveness of Malimpung quartz sand in reducing iron (Fe) content with six variations in the thickness of the filter media using a single medium filter type. The results showed that Malimpung quartz sand has a specific gravity (G_s) as 2.66. This value is still within the range recommended by the American Water Works Association, namely $G_s = 2.65-2.67$ so that it is worthy of being filter sand. Furthermore, the variation of the thickness of the filter media for a single filter medium gives an influence in reducing the iron content where there is a significant decrease in iron (Fe) levels at a thickness of 690 mm.

Keywords: *filtration, single medium, iron (Fe), quarts sand, filter media.*

1. PENDAHULUAN

A. Definisi dan Ruang Lingkup

Air sangat penting bagi kehidupan manusia, harus bebas dari unsur-unsur yang berbahaya. Salah satu unsur yang mempengaruhi kualitas air minum dan air domestik adalah unsur zat besi (Fe). Peraturan Pemerintah tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MenKes/PER/IV/2010 menyatakan bahwa salah satu syarat dalam sistem penyediaan air bersih adalah bahwa kandungan zat besi (Fe) dalam air bersih maksimum adalah 0,3 mg/L. [1]

Kontaminan utama terhadap air murni H_2O adalah zat padat (*solid*) dengan mineral-mineral yang terikut didalamnya. Kontaminan tersebut masuk ke dalam air baik di dalam tanah, di permukaan maupun di udara selama air mengalami siklus hidrologi. Salah satu kontaminan yang biasa terdapat di dalam air, terutama air tanah, adalah zat besi.

Unsur besi (Fe) dalam jumlah kecil diperlukan oleh tubuh manusia dalam metabolismenya. Walaupun tidak berpengaruh pada kesehatan namun dalam konsentrasi yang melebihi ambang batas unsur besi dapat menyebabkan air berwarna kemerahan, kuning dan kehitaman, memberi rasa tidak enak pada minuman, menimbulkan noda dalam cucian serta bila teroksidasi akan menimbulkan endapan pada jaringan pipa.

Metode pengolahan air untuk mengurangi kandungan besi dari dalam air yang biasa digunakan mengikuti langkah-langkah dasar yaitu oksidasi, sedimentasi, dan filtrasi. Filtrasi adalah proses pembersihan air dengan melewatkannya melalui suatu media berpori. Filtrasi merupakan proses penjernihan atau penyaringan air limbah melalui media (pada penelitian ini digunakan pasir kuarsa Malimpung), dimana selama air melalui media akan terjadi perbaikan kualitas. Hal ini disebabkan adanya pemisahan partikel-partikel tersuspensi dan koloid, reduksi bakteri, dan organisme lainnya serta pertukaran konstituen kimia yang ada di dalam air limbah.

Pada filtrasi dengan media berbutir, terdapat mekanisme filtrasi sebagai berikut:

1. Penyaringan secara mekanis (*mechanical straining*)
2. Sedimentasi
3. Adsorpsi atau gaya elektrokinetik
4. Koagulasi dalam *filter bed*

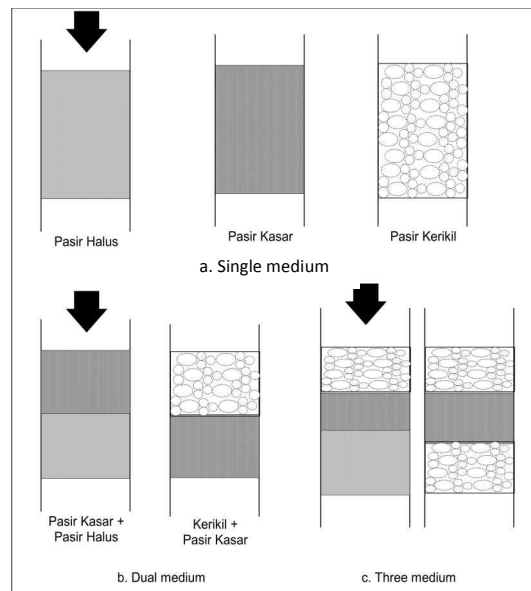
¹ Korespondensi penulis: Suryani Syahrir, Telp 089612952851, suryanium.izzah@gmail.com

5. Aktivitas biologis

Salah satu catatan tertulis paling awal tentang pengolahan air, yakni sekitar tahun 4000 SM, menyebutkan tentang filtrasi air melalui arang atau pasir dan kerikil. Walaupun sejumlah modifikasi telah dibuat dengan cara yang aplikatif, filtrasi tetap menjadi salah satu teknologi mendasar terkait dengan pengolahan air. [2]

Digunakannya media filter atau saringan karena merupakan alat filtrasi atau penyaring yang memisahkan campuran solida likuida dengan media *porous* atau material *porous* lainnya guna memisahkan sebanyak mungkin padatan tersuspensi yang paling halus. Penyaringan ini merupakan proses pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan, dimana prosesnya bisa dijadikan sebagai proses awal (*primary treatment*). Pada pengolahan air baku dimana proses koagulasi tidak perlu dilakukan, maka air baku langsung dapat disaring dengan saringan jenis apa saja termasuk pasir kasar. Karena saringan kasar mampu menahan material tersuspensi dengan penetrasi partikel yang cukup dalam, maka saringan kasar mampu menyimpan lumpur dengan kapasitas tinggi. [3]

Apabila air olahan mempunyai padatan yang berukuran seragam maka saringan yang digunakan adalah *single medium*. Sebaliknya jika ukuran padatan beragam maka digunakan saringan *dual medium* atau *three medium*, seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tipe penyaringan pasir

B. Penelitian-Penelitian Terdahulu

1. Wiharyanto Oktawan, Krisbiantoro (2007)

Dari penelitian ini diketahui bahwa rata-rata besarnya penurunan konsentrasi Fe^{2+} untuk filter media pasir aktif berdasarkan variasi konsentrasi, debit, dan waktu adalah 43,71%. [4]

2. V. Darsono, Teguh Sutomo (2002)

Berdasarkan penelitian ini, filter pasir lambat dapat menurunkan kandungan Fe sampai 89,76 %, dengan menggunakan diameter butir pasir 0,297 mm dan ketebalan media 90 cm. [5]

3. Tibin R. Prayudi (2008)

Pada penelitian ini, digunakan campuran *fly ash* dengan pasir kuarsa sebagai media saringan. Dari hasil penelitiannya diperoleh hasil bahwa penurunan warna sebesar 97,67%, Fe sebesar 97,65%, Zn sebesar 86,66%, dan Cu sebesar 71,43%, yang terkandung dalam air *leachate* pada komposisi campuran 60 % *fly ash* dan 40 % pasir kuarsa pada debit 0,0001 liter/detik. [6]

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efektifitas pasir kuarsa Malimpung dalam menurunkan kadar besi (Fe) dengan enam variasi ketebalan media filter menggunakan tipe saringan *single medium*.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental. Penelitian terdiri dari dua tahapan, yang pertama adalah pengambilan sampel di lokasi studi dan tahapan kedua adalah pengujian di laboratorium. Pada tahapan pertama, sampel media pasir diambil dari Desa Malimpung yang terletak di Kabupaten Pinrang dengan beberapa titik pengambilan yang telah ditambang oleh penduduk setempat. Selanjutnya sampel dimasukkan dalam wadah sesuai kebutuhan. Pada tahapan kedua, sampel diuji di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Hasanuddin dan Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan *Sieve Analysis* untuk memilih ukuran diameter butir pasir yang memenuhi persyaratan sebagai pasir saringan. Selanjutnya membuat miniatur alat filtrasi dari bahan acrylic dengan dimensi (60x60x160) cm³. Percobaan dilakukan dengan mengalirkan air yang akan diolah (air baku) ke dalam miniatur alat filtrasi dengan mengatur debit aliran pada katup (Q_{inlet}). Selanjutnya mengatur variasi ketebalan media filter dengan enam variasi yaitu 610 mm, 630 mm, 650 mm, 670 mm, 690 mm, dan 710 mm. Kemudian menampung dalam wadah dengan waktu tertentu pada aliran keluar (Q_{outlet}). Selanjutnya sampel air tersebut diuji di Laboratorium Oseanografi Kimia Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin untuk mengetahui penurunan kandungan zat besi dalam air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Karakteristik Pasir Kuarsa Malimpung

Ada dua jenis pengujian yaitu berat jenis dan analisa saringan. Hasil pengujian untuk berat jenis pasir kuarsa Malimpung diperoleh hasil seperti Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Berat jenis pasir kuarsa Malimpung

	Sampel I	Sampel II
Berat Piknometer, W_1 (gram)	45	46
Berat Piknometer + air, W_2 (gram)	142	144
Berat Piknometer + air + tanah, W_3 (gram)	173,3	175,1
Berat Tanah Kering, W_s (gram)	50	50
Temperatur, $^{\circ}C$	27	27
Faktor Koreksi, a	0,9983	0,9983
Berat Jenis, G_s	2,669	2,641
Berat Jenis Rata-Rata, G_s	2,66	

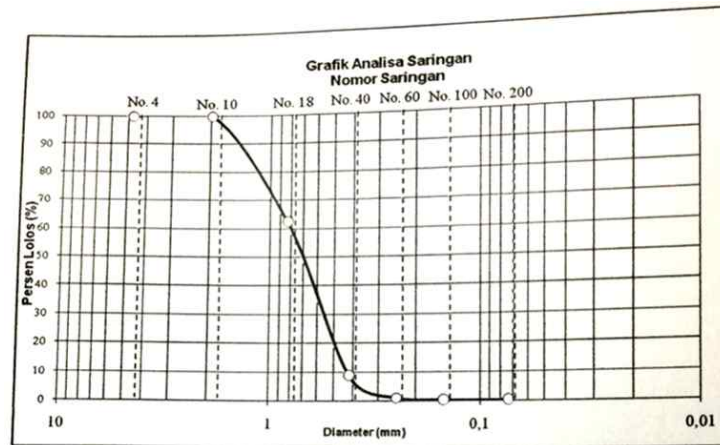
Sumber: Hasil pengujian laboratorium

Dari Tabel 1 di atas diperoleh berat jenis rata-rata dari pasir kuarsa Malimpung yaitu 2,66. Selanjutnya untuk pengujian analisa saringan diperoleh hasil seperti Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Analisa saringan pasir kuarsa Malimpung

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
4	4,75	0	0	0,00	100,00
10	2	0	0	0,00	100,00
18	0,84	188	188	37,60	62,40
40	0,425	268	456	91,20	8,80
60	0,25	38	494	98,80	1,20
100	0,15	4	498	99,60	0,40
200	0,075	0	498	99,60	0,40
Pan	-	2	500	100,00	0,00

Sumber: Hasil pengujian laboratorium



Gambar 2. Kurva distribusi analisa saringan

Dari gambar 2 diperoleh nilai: $D_{10} = 0,46$ mm, $D_{30} = 0,56$ mm, dan $D_{60} = 0,82$ mm; maka nilai $Cu = D_{60}/D_{10} = 1,78$. Dari nilai $G_s = 2,66$ dan $Cu = 1,78$, menunjukkan bahwa pasir kuarsa Malimpung memenuhi syarat sebagai pasir saringan sesuai standar AWWA (*American Water Works Assosiation*) sehingga layak digunakan sebagai media filter dalam pengolahan air.

Untuk kandungan kimiawi pasir kuarsa Malimpung diuji di Laboratorium Terpadu Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin dengan menggunakan alat *EDXRF analyzer*, diperoleh kadar SiO_2 sebesar 97,07 % dan kadar lainnya yang tercantum pada Tabel 3 di bawah ini. Dengan kandungan kadar SiO_2 sebesar ini mengindikasikan bahwa pasir kuarsa Malimpung sangat baik digunakan sebagai media filter karena memiliki kadar kekerasan yang cukup tinggi.

Tabel 3. Kadar kimiawi pasir kuarsa Malimpung

No.	Kandungan Kimiawi	Kadar (%)
1	SiO_2	97,07
2	Fe_2O_3	0,209
3	K_2O	2,37
4	BaO	0,224
5	SrO	0,0536
6	Nb_2O_5	0,0215
7	MnO_3	0,0166
8	Rb_2O	0,0124
9	In_2O_3	0,0067
10	SnO_2	0,0061
11	RuO_4	0,0057

Sumber: Hasil pengujian laboratorium

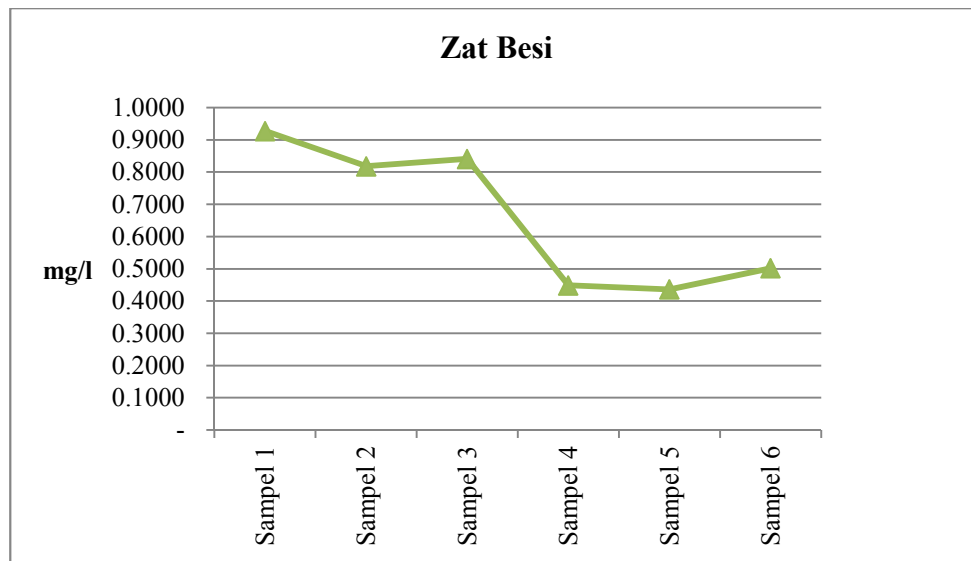
B. Hasil Pengujian Air

Setelah sampel pasir yang diuji memenuhi persyaratan sebagai pasir saringan, maka tahapan selanjutnya yaitu pengujian air. Pada pengujian ini diperoleh enam sampel air dengan enam variasi ketebalan, yaitu sampel 1 (tebal media filter 610 mm) hingga sampel 6 (tebal media filter 710 mm). Sampel air ini selanjutnya di uji di Laboratorium Oseanografi Kimia Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Unhas untuk mengetahui penurunan kandungan zat besi dalam air. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian kandungan besi (Fe) pada enam buah sampel air hasil filtrasi yang diuji.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sampel Air Setelah Filtrasi

Sampel No	Kode Contoh	Besi (mg/l)
1	Sampel 1 (tebal media filter 610 mm)	0.9270
2	Sampel 2 (tebal media filter 630 mm)	0.8180
3	Sampel 3 (tebal media filter 650 mm)	0.8407
4	Sampel 4 (tebal media filter 670 mm)	0.4487
5	Sampel 5 (tebal media filter 690 mm)	0.4364
6	Sampel 6 (tebal media filter 710 mm)	0.5019

Sumber : Hasil Pengujian laboratorium



Sumber : Hasil pengolahan data

Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Zat Besi

Dari Tabel 4 dan Gambar 3 di atas secara umum terlihat bahwa hasil pengujian air dengan saringan *single medium* belum memberikan hasil yang efektif, walaupun sudah terjadi penurunan namun hasilnya belum signifikan. Namun jika dilihat dari enam variasi ketebalan, efektifitas ketebalan media filter terjadi pada ketebalan 690 mm. Hal ini menunjukkan bahwa variasi ketebalan media filter untuk saringan *single medium* cukup memberikan pengaruh dalam menurunkan kandungan zat besi. Untuk mengetahui efektifitas suatu media filter terutama untuk saringan *single medium* maka harus dilakukan pencucian pada saat terjadi *clogging*.

Dalam penelitian ini, faktor-faktor yang diduga sangat mempengaruhi pada saat pengambilan dan pengujian sampel adalah:

1. Durasi waktu pengujian

Sampel air yang diperoleh setelah penyaringan tidak langsung di uji kadar besinya sehingga hal ini bisa menyebabkan terjadinya perubahan suhu air dan jika dibiarkan dalam waktu lama dapat menyebabkan terjadinya sedimentasi yang bisa mempengaruhi kandungan zat besi dalam air.

2. Ketebalan media

Penelitian ini menggunakan enam variasi ketebalan yaitu 610 mm, 630 mm, 650 mm, 670 mm, 690 mm dan 710 mm. Semakin tebal media semakin bagus hasil yang diperoleh sehingga apabila dengan susunan tersebut ditambah variasi ketebalan medianya akan menurunkan kadar besi lebih baik lagi.

3. Debit aliran

Tipe filter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tipe filter aliran cepat dengan debit 4-21 m/jam, debit yang lebih kecil dapat menurunkan kadar besi lebih banyak dikarenakan dalam debit kecil waktu kontak air dalam media lebih lama.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh nilai berat jenis (Gs) pasir kuarsa Malimpung sebesar 2,66 dan nilai keseragaman butir (Cu) sebesar 1,78. Nilai ini masih dalam rentang yang direkomendasikan oleh *American Water Works Assosiation* yakni Gs = 2,65 - 2,67 dan Cu = 1,2 - 1,8 sehingga pasir kuarsa Malimpung layak dijadikan pasir saringan. Selanjutnya dengan enam variasi ketebalan media filter menggunakan tipe saringan *single medium* memberikan pengaruh dalam menurunkan kandungan zat besi, yakni terjadi penurunan kadar zat besi (Fe) yang cukup signifikan pada ketebalan 690 mm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Menteri Kesehatan RI. No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Jakarta, 2010.
- [2] Huisman, L., Rapid Sand Filtration, Lecture Notes, IHE Delft Netherlands, Belanda, 1994.
- [3] Tjokrokusumo, Pengantar Konsep Teknologi Bersih, Yogyakarta: STTL "YLH", 1995.
- [4] Oktiawan, W., dan Krisbiantoro, Efektifitas Penurunan Fe²⁺ dengan Unit Saringan Pasir Cepat Media Pasir Aktif, Jurnal Presipitasi, Vol. 2., No. 1, 2007.
- [5] Darsono, V., dan Sutomo, T., Pengaruh Diameter dan Ketebalan Pasir dalam Saringan Pasir Lambat terhadap Penurunan Kadar Besi. Jurnal Teknologi Industri, Vol. VI, No. 4, 2002.
- [6] Prayudi, R.T., Pengaruh Campuran Fly Ash dan Pasir Kuarsa sebagai Media Saringan Leachate Sampah Terhadap Waktu PERESAPAN, WARNA, Fe, Zn DAN Cu. Jurnal Permukiman, Vol. 3, No. 3, pp. 184-195, 2008.