

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

##### **2.1.1 Karakteristik Air Baku**

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk ini perusahaan air minum selalu memeriksa kualitas air bersih sebelum didistribusikan kepada pelanggan sebagai air minum. Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa. Air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat merubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis dan dapat merugikan secara ekonomis. Air itu seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Pada hakekatnya diadakan pengolahan air untuk mencegah hal-hal tersebut diatas serta terjadinya *water borne disease*.

Standar air bersih di setiap negara berbeda sesuai dengan keadaan sosial-ekonomi-budaya setempat. Namun dari manapun asal suatu standar air bersih karakteristiknya dibagi ke dalam beberapa bagian antara lain :

1. Karakteristik fisis
2. Karakteristik kimiawi
3. Karakteristik biologis

Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek umum bahwa dalam menetapkan kualitas dan karakteristik dikaitkan dengan suatu baku mutu air tertentu (standar kualitas air). Untuk memperoleh gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, seringkali diperlukan pengukuran sifat-sifat air atau biasa disebut *parameter kualitas air*, yang beraneka ragam. Formulasi-formulasi yang dikemukakan dalam angka-angka standar tentu saja memerlukan penilaian yang kritis dalam menetapkan sifat-sifat dari tiap parameter kualitas air. Parameter tersebut terbagi dalam :

1. Parameter fisis
2. Parameter kimiawi
3. Parameter biologi
4. Parameter radiologis

Untuk dapat memahami akibat yang dapat terjadi apabila air minum tidak memenuhi standar, berikut pembahasan karakteristik beserta parameter kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI, 416/MENKES/PER/IX/2002 :

1. Karakteristik Fisis

Sifat-sifat fisis air adalah relatif mudah untuk diukur dan beberapa diantaranya mungkin dengan cepat dapat dinilai oleh orang awam.

- |         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| a. Bau  | d. Warna                           |
| b. Rasa | e. Jumlah zat padat terlarut (TDS) |
| c. Suhu | f. Kekeruhan                       |

## 2. Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimia cenderung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan karakteristik fisis dan oleh karena itu lebih cepat dan tepat untuk menilai sifat-sifat air dari suatu sampel.

### A. Kimia Anorganik

- |              |                   |
|--------------|-------------------|
| a. Air raksa | i. pH             |
| b. Aluminium | j. Perak          |
| c. Arsen     | k. Nitrat, Nitrit |
| d. Barium    | l. Seng           |
| e. Besi      | m. Sulfat         |
| f. Kesadahan | n. Tembaga        |
| g. Khlorida  | o. Timbal         |
| h. Mangan    | p. Sianida        |

### B. Kimia Organik

- q. Aldrin dan dieldrin
- r. Benzo (a) pyrene (B (a) P)
- s. Chlordane
- t. Chloroform
- u. 2,4-D
- v. Dichloro-diphenyl-trichloroetane (DDT)
- w. Detergen
- x. Zat organik

### 3. Karakteristik Biologis

Analisis Bakteriologi suatu sampel air bersih biasanya merupakan parameter kualitas yang paling sensitif. Kedalam parameter mikrobiologis ini hanya dicantumkan koliform tinja dan total koliform. Sebetulnya kedua macam parameter ini hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba yang dapat berupa parasit (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen dan virus.

- JPT Coli/100 cc air

Jumlah perkiraan terdekat (JPT) bakteri coliform/100 cc air digunakan sebagai indikator kelompok mikrobiologis. Hal ini tentunya tidak terlalu tepat, tetapi sampai saat ini bakteri inilah yang paling ekonomis dapat digunakan untuk kepentingan tersebut.

Untuk membuat air menjadi aman untuk diminum, tidak hanya tergantung pada pemeriksaan mikrobiologis, tetapi biasanya juga ditunjang oleh pemeriksaan residu khlor misalnya.

### 4. Parameter Radioaktivitas

Apapun bentuk radioaktivitas efeknya adalah sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa kematian dan perubahan komposisi genetik. Perubahan genetik dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker dan mutasi.

Sinar alpha, beta dan gamma berbeda dalam kemampuan menembus jaringan tubuh. Sinar alpha sulit menembus kulit, jadi bila tertelan lewat minuman maka yang

terjadi adalah kerusakan sel-sel pencernaan, sedangkan beta dapat menembus kulit dan gamma dapat menembus sangat dalam. Kerusakan yang terjadi ditentukan oleh intensitas sinar serta frekuensi dan luasnya pemaparan.

## 2.2 Besi Dan Mangan Didalam Air Tanah

Kehadiran Fe dan Mn dalam air untuk keperluan sehari – hari sangat besar pengaruhnya baik dari segi kesehatan maupun estetika. Dalam jumlah yang sedikit unsur Fe dan Mn diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Zat besi merupakan unsur yang sangat penting dan berguna untuk metabolisme tubuh dan juga berguna untuk pembentukan sel – sel darah merah. Untuk keperluan tersebut, tubuh membutuhkan 7 – 35 mg/hari yang tidak hanya diperoleh di air. Mn diperlukan untuk tubuh 10 mg/hari sebagai nutrient bagi tubuh (Sutrisno dan Suciati, 1978).

Besi di alam dapat ditemukan dalam berbagai bentuk persenyawaan antara lain berbentuk Oksida terhidrat : Hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetic ( $\text{FeO}_4$ ), grotic ( $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$ ); karbonat : Siderit ( $\text{FeCO}_3$ ) dan sulfida : ( $\text{FeS}_2$ ). Adapun mangan ditentukan dalam persenyawaan Mn seperti  $\text{MnCO}_3$ ,  $\text{MnSiO}_3$ ,  $\text{Mn(OH)}_2$ , dan  $\text{MnS}$  (Rustiaman, 1978).

Besi atau ferrum (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan, liat, dapat dibentuk. Di air minum Fe menimbulkan warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, dan kekeruhan. Besi dibutuhkan tubuh dalam

pembentukan hemoglobin. Sekalipun dibutuhkan oleh tubuh namun dalam dosis besar dapat menyebabkan rusaknya dinding usus dan berkurangnya fungsi paru-paru.

Pada umumnya besi dalam air dapat bersifat terlarut sebagai  $\text{Fe}^{2+}$ , atau  $\text{Fe}^{3+}$ . Ada yang bersifat tersuspensi sebagai butir koloidal (berdiameter  $< 1\mu$  meter) atau lebih besar seperti  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})$  dan sebagainya. Dan ada kalanya Fe bergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganik seperti tanah liat. Pada air yang tidak mengandung oksigen seperti air tanah, besi berada sebagai  $\text{Fe}^{2+}$  yang dapat terlarut, sedangkan pada air permukaan yang mengalir dan terjadi aerasi  $\text{Fe}^{2+}$  teroksidasi menjadi  $\text{Fe}^{3+}$  yang sukar larut pada pH 6 – 8, bahkan dapat menjadi Ferri Hidrasi (Alaerts dan Santika, 1984).

## **2.2.1 Efek Besi dan Mangan Dalam Air**

### **2.2.1.1 Efek dari Besi (Fe)**

Kehadiran besi didalam air minum menimbulkan beberapa efek yaitu :

1. Presipitasi dari logam ini merubah air menjadi keruh berwarna kuning kecokelatan, kadang – kadang sampai hitam.
2. Kehadiran besi menyebabkan berkembangnya mikroorganisme pada sistem distribusi.

3. Deposit dari presipitat besi kadang – kadang tersuspensi kembali dengan bertambahnya *flow rate* yang dapat menimbulkan kekeruhan cukup tinggi.
4. Besi dalam konsentrasi beberapa mg/l saja sudah akan menyebabkan air berasa logam.
5. Presipitasi dari logam – logam ini menimbulkan kesukaran pada proses pengolahan air misalnya *ion exchange* yang dapat mempercepat habisnya kapasitas penukaran ion.

#### 2.2.1.2 Efek dari Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah metal kelabu-kemerahan. Keracunan seringkali bersifat kronis sebagai akibat inhalasi debu dan uap logam. Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf : insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng (*mask*). Di dalam penyediaan air seperti halnya Fe, Mn juga menimbulkan masalah warna, hanya warnanya ungu/hitam.

### 2.3 Oksidasi Besi Dan Mangan

Unsur besi dan mangan yang terdapat dalam air dapat berbentuk terlarut atau tersuspensi. Besi dan mangan ada dalam bentuk terlarut apabila besi dan mangan tersebut ada dalam valensi rendah ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ) dan akan berada dalam bentuk tersuspensi, apabila bervalensi tinggi ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{3+}$ ). Unsur besi dan mangan yang berbentuk tersuspensi tersebut tidak banyak menimbulkan masalah, karena hanya

dengan pengendapan saja maka konsentrasinya akan turun. Lain halnya dengan yang terlarut untuk menurunkannya harus terlebih dahulu diubah valensinya dari  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Mn}^{2+}$  menjadi  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{Mn}^{3+}, \text{Mn}^{4+}$  untuk besi dan mangan yang ada dalam bentuk terlarut sesuai dengan ketentuan penentuan bilangan oksidasi. Cara mengubah bilangan oksidasi dilakukan dengan cara oksidasi dengan oksidator yang mempunyai bilangan oksidasi lebih tinggi.

Besi dan mangan dioksidasi sehingga bilangan oksidasinya naik dan mengalami perubahan bentuk dari terlarut menjadi tersuspensi berbentuk presipitat sehingga mudah dipisahkan dari air dengan cara filtrasi.

Reaksi oksidasi dari besi dan mangan terlarut oleh kalium permanganat sebagai berikut :



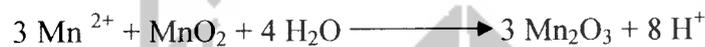
### 2.3.1 Kalium Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ )

Kalium permanganat merupakan suatu zat kimia yang tidak berbau, berbentuk prisma monokoli kecil langsung berwarna ungu tua hampir tidak tembus cahaya dan warna biru metaliknya menjadi kekilauan, apabila terkena refleksi cahaya. Kalium permanganat mempunyai berat jenis 2.073 dan stabil di udara. Kalium permanganat mempunyai rasa kecut.

Penggunaan kalium permanganat untuk penurunan besi dan mangan sangat menarik karena hanya memerlukan sedikit zat kimia. Secara teoritis 1 mg/l  $\text{KMnO}_4$  dapat mereduksi 0,94 mg/l besi terlarut dengan persamaan :



Senyawa kalium permanganat juga sangat efektif untuk mengoksidasi mangan yang terlarut, secara teoritis 1 mg/l kalium permanganat dapat mereduksi 1,92 mg/l mangan terlarut dengan persamaan reaksi :



### 2.3.2 Pasir Kuarsa

Pasir kuarsa mempunyai beberapa sifat cukup spesifik, sehingga untuk pemanfaatannya yang maksimal diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai sifat – sifatnya. Sifat – sifat tersebut antara lain :

- a. Bentuk butiran pasir.

Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu : membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub – angular*), menyudut (*angular*), dan gabungan (*compound*). Pasir yang berbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada bentuk yang menyudut.

- b. Ukuran butiran pasir.

Butiran pasir yang berukuran besar/kasar memberikan kelolosan yang lebih besar sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang

lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.

- c. Sebaran ukuran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :
1. Sebaran ukuran butir sempit, yaitu susunan ukuran butir hanya terdiri dari kurang lebih 2 (dua) macam saja.
  2. Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90 % ukuran butir pasir terdiri dari satu macam saja.
  3. Sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3 (tiga) macam.
  4. Sebaran ukuran butir pasir sangat lebar, yaitu susunan ukuran butiran pasir terdiri dari lebih dari tiga (tiga) macam.
- d. Susunan kimia, beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Kandungan  $\text{SiO}_2$  dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin.

Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi :

- a.  $\text{SiO}_2$  35.50 -99.85 % ;
- b.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.01 – 9.14 % ;
- c.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0.01 – 18.00 % ;
- d.  $\text{CaO}$  0.01 – 0.29 % .

## 2.4 Jenis Operasi Saringan Pasir

Operasi filtrasi pada alat filter media butiran bertujuan untuk menyisahkan padatan tersuspensi dari dalam air, dimana padatan tersuspensi tersebut paling besar memberikan sifat keruh yang dimiliki air. Pada umumnya operasi unit filter media butiran dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu :

1. Filter pasir lambat (*Slow Sand filter*)
2. Filter Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*)
3. Filter Bertekanan

Terdapat banyak perbedaan diantara ketiga unit operasi tersebut baik pada rancangannya ataupun pengoperasiannya. Untuk jenis filter pasir lambat maka ukuran diameter yang digunakan adalah 0,15 – 0,45 mm dengan ketinggian media antara 60 – 120 cm dan laju alir influent dalam besaran kecepatan linier pada rentang 0,1 – 0,2 m/jam, sedang pada filter pasir cepat ukuran media filter 0.40 – 0.70 mm.

Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada 4 (empat) faktor dan menentukan hasil penyaringan dalam bentuk kualitas *effluent* serta masa operasi saringan yaitu :

- a. *Kualitas air baku*, Semakin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.

- b. *Suhu*, Suhu yang baik yaitu antara 20 – 30 °C, temperatur akan mempengaruhi kecepatan reaksi – reaksi kimia.
- c. *Kecepatan penyaringan*, Pemisahan bahan – bahan tersuspensi dengan penyaringan tidak dipengaruhi oleh kecepatan penyaringan. Berbagai hasil penelitian ternyata kecepatan penyaringan tidak banyak mempengaruhi terhadap kualitas *effluent*. Kecepatan penyaringan lebih banyak berpengaruh terhadap masa operasi saringan (Huisman, 1975).
- d. *Diameter butiran*, Secara umum kualitas efluen yang dihasilkan akan lebih baik dengan bila lapisan saringan pasir terdiri dari butiran – butiran halus. Jika diameter butiran yang digunakan kecil maka endapan yang terbentuk juga kecil. Hal ini akan meningkatkan efisiensi penyaringan.

## 2.5 Mekanisme Filtrasi

Menurut Razif (1985), proses filtrasi adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah :

1. *Mechanical Straining*, yaitu proses penyaringan partikel *suspended matter* yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran pasir, yang berlangsung diseluruh permukaan saringan pasir dan sama sekali tidak bergantung pada kecepatan penyaringan.

2. Sedimentasi, akan mengendapkan partikel *suspended matter* yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Proses pengendapan terjadi pada seluruh permukaan pasir.
3. *Adsorption* adalah proses yang paling penting dalam proses filtrasi. Proses adsorpsi dalam saringan pasir lambat terjadi akibat tumbukan antara partikel – partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan dan dengan bahan pelapis seperti gelatin yang pekat yang terbentuk pada butiran pasir oleh endapan bakteri dan partikel koloid. Proses ini yang lebih penting terjadi sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis, yaitu antara partikel – partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan.
4. Aktivitas kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.
5. Aktivitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter.

## 2.6 Kehilangan Tekanan (*Headloss*)

Kelancaran hasil filtrasi dipengaruhi oleh tekanan gravitasi yang disebut head. Kehilangan takanan gravitasi atau kehilangan head ( $H_1$ ) atau disebut kehilangan hidrolis. Kehilangan head disebabkan oleh akumulasi benda – benda tersaring dan tertahan sampai beberapa cm ke dalam pasir. Dengan rumus energi Bernouilly :

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho} + Z_2 + \sum H \dots\dots\dots (1)$$

dimana :  $V_1, V_2$  = velositas  
 $P_1, P_2$  = tekanan  
 $Z_1, Z_2$  = tinggi tekan  
 $H_1$  = kehilangan head  
 $g$  = gravitasi

### 2.6.1 Hidrolika Filtrasi

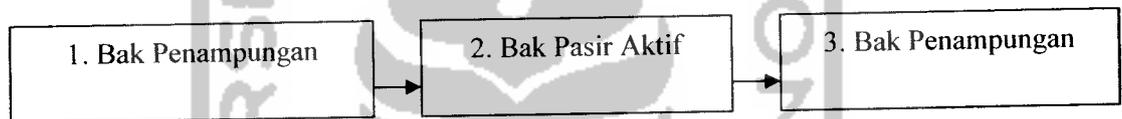
Tahanan atau gesekan suatu cairan melalui media berpori adalah analog dengan aliran melalui pipa kecil dan tahanan yang ditimbulkan oleh suatu fluida terhadap partikel yang mengendap. Dari media saring yang uniform, kehilangan tekanan, *headloss* dapat dihitung melalui rumus Darcy Weisbach berikut :

$$h_1 = f \frac{LV^2}{D2g} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :  $h_1$  = raksi kehilangan head  
 $f$  = faktor friksi (tidak berdimensi)  
 $L$  = panjang penghantar  
 $V$  = velositas penghantar  
 $D$  = diameter  
 $g$  = akselerasi disebabkan oleh gravitasi

## 2.7 Saringan Pasir Aktif

Menurut Fajar Hadi (1978), dalam pembuatan saringan pasir aktif, akan lebih baik bila pasir yang digunakan adalah pasir yang kuat dan kompak sehingga proses penyaringan akan lebih baik. Cecep Suhendar pernah melakukan penelitian penurunan kadar besi dan mangan dengan pasir aktif dalam skripsinya yang berjudul “*Penurunan Kadar Besi dan Mangan Dengan Pasir Aktif*” dengan lokasi penelitian Perumahan Kopi Bandung Selatan dengan skema pengolahan seperti pada gambar dan dengan hasil penelitian dapat dilihat pada tabel :



Gambar 1. Skema pengolahan dengan pasir aktif

Tabel 2.1. Penurunan konsentrasi Fe dan Mn dengan berbagai kedalaman media filter pasir aktif (Cecep Suhendar, 1991)

No	Tinggi media filter (cm)	Konsentrasi air baku			Air olahan		
		Fe (ppm)	Mn (ppm)	pH	Fe (ppm)	Mn (ppm)	pH
1	10	2	2	4	0,68	0,60	5
2	20	2	2	4	0,43	0,29	5,5
3	30	2	2	4	0,34	0,06	6
4	40	2	2	4	0,23	0,07	6
5	50	2	2	4	0,19	0,08	6
6	60	2	2	4	0,12	0,04	6,5
7	70	2	2	4	0,05	0,07	6,5
8	80	2	2	4	0,08	0,07	7
9	90	2	2	4	0,04	0,07	7
10	100	2	2	4	0,08	0,07	7

Dari data hasil olahan terlihat air olahan yang baik pada pH normal, sedang pada suasana asam hasil olahan kurang baik. Sedangkan ketebalan filter juga sangat mempengaruhi hasil olahan. Semakin tebal media filter air olahan semakin baik, karena waktu kontak Fe dan Mn dengan  $\text{KMnO}_4$  juga semakin lama. Sehingga proses oksidasi dapat berlangsung secara sempurna, sehingga air olahan lebih baik pada filter yang tebal.

Hari Setya Permana, juga pernah melakukan penelitiannya yang berjudul “*Penurunan Kadar Fe dan Mn Air Sumur Gali Menggunakan Pasir Kuarsa Yang*”

Diaktifkan Dengan  $KMnO_4$  5 % “ dengan lokasi penelitian di Desa Kranggan, Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo, DIY. Hasil penelitiannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Kadar Fe dan Mn Hasil Variasi Waktu Pengaktifan  $KMnO_4$

No	Parameter	Variasi waktu perendaman (Jam)	Satuan	Pengujian		
				I	II	III
1	Fe	0	Mg/l	1,2	1,30	1,25
		1	Mg/l	0,5	0,5	0,5
		2	Mg/l	0,35	0,35	0,5
		3	Mg/l	0,2	0,1	0,3
		4	Mg/l	0,1	0,1	0,1
		5	Mg/l	0,006	0,006	0,03
2	Mn	0	Mg/l	0,95	0,85	0,9
		1	Mg/l	0,8	0,8	0,65
		2	Mg/l	0,65	0,55	0,6
		3	Mg/l	0,25	0,3	0,2
		4	Mg/l	0,08	0,12	0,1
		5	Mg/l	0,055	0,025	0,025

Hasil diatas menunjukkan bahwa variasi waktu pengaktifan  $KMnO_4$  untuk mengaktifkan pasir kuarsa menyebabkan penurunan kadar Fe dan Mn yang bervariasi mengikuti penambahan waktu perendaman.

Pasir aktif adalah pembubuhan bahan kimia yang mampu melakukan penempelan partikel – partikel tertentu sehingga partikel mampu tinggal pada pasir, sehingga *effluent* bersih dari kotoran. Disini besi dan mangan tertinggal di pasir dan terjadi proses kimia.

Pasir aktif disini adalah pasir kuarsa (silika) yang diaktifkan dengan cara direndam didalam larutan  $\text{KMnO}_4$ . Perendaman dimaksudkan untuk melapisi permukaan pasir agar tertutup oleh  $\text{KMnO}_4$  yang nantinya bersifat sebagai oksidator. Untuk mengoksidasi besi dan mangan yang terlarut dalam air baku, sehingga besi dan mangan akan berubah dari terlarut menjadi tersuspensi sesuai dengan persamaan reaksi dibawah ini :



Karena adanya lapisan  $\text{KMnO}_4$  pada permukaan pasir yang nantinya berfungsi sebagai oksidator maka pasir ini dinamakan pasir aktif. Unsur Fe dan Mn yang telah berubah menjadi bentuk tersuspensi akan diserap oleh lapisan pasir kuarsa yang juga berfungsi sebagai penyaring (filter), sehingga air hasil olahan selain kandungan Fe dan Mn-nya turun juga akan terlihat jernih.

Efisiensi kerja lapisan  $\text{KMnO}_4$  yang melapisi permukaan pasir kuarsa sedikit demi sedikit akan berkurang karena mengoksidasi Fe dan Mn. Apabila efisiensi kerja lapisan  $\text{KMnO}_4$  sudah sangat berkurang maka kemampuan oksidasinya akan berkurang pula sehingga perlu ditingkatkan kembali efisiensinya yaitu dengan cara diaktifkan kembali.

## 2.8. Landasan Teori

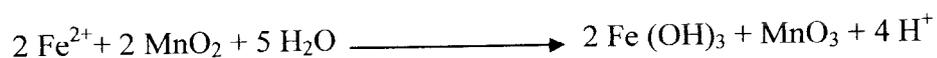
### 2.8.1. Saringan Pasir Aktif

Media filter dalam pengolahan air sumur gali antara lain adalah pasir aktif. Dinamakan pasir aktif karena pasir kuarsa yang digunakan untuk menurunkan kadar besi dan mangan pada air baku telah direndam dengan larutan  $\text{KMnO}_4$ , sehingga pada permukaan butiran pasir kuarsa terdapat lapisan  $\text{KMnO}_4$ . Reaksi yang terjadi pada pasir kuarsa yang direndam dalam larutan  $\text{KMnO}_4$  adalah sebagai berikut :



Selanjutnya kandungan  $\text{MnO}_2$  yang melekat pada pasir kuarsa dengan  $\text{Mn}^{4+}$ -nya akan berfungsi sebagai oksidator, sehingga menyebabkan Fe dan Mn mengalami reaksi oksidasi, sesuai dengan sifatnya sebagai reduktor. Oksidator akan menarik elektron dari reduktor sehingga kemampuan oksidator reduktor  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Mn}^{2+}$ , dalam reaksi oksidasi menjadi  $\text{Fe}^{3+}$ , dan  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{4+}$  dan sangat tergantung pada tebal tipisnya lapisan  $\text{KMnO}_4$  yang melekat pada permukaan pasir kuarsa.

Reaksi yang terjadi antar pasir kuarsa silika yang telah diaktifkan dengan air baku yang mengandung  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Mn}^{2+}$  dalam bentuk terlarut adalah sebagai berikut



Dari uraian diatas dapat ditarik penjelasan bahwa Fe dan Mn yang berada pada air baku merupakan campuran yang berbentuk tidak jernih. Partikel ini tidak dapat dipisahkan dengan cara penyaringan dan juga tidak dapat mengendap. Dengan kata lain bahwa  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Mn}^{2+}$  yang berada pada air baku merupakan koloid.

Selanjutnya keberadaan  $MnO_2$  yang melekat pada pasir kuarsa dan mengubah Fe dan Mn yang berupa koloid menjadi *suspended solid* sehingga Fe dan Mn yang berada pada air baku akan diendapkan dan juga dapat dihilangkan dengan pengeringan. Hal ini menimbulkan gejala presipitasi yakni suatu gejala yang terjadi dimana Fe dan Mn yang berada pada larutan air baku dapat dipisahkan menjadi endapan.

Presipitasi berlangsung dengan menghasilkan perubahan dari koloid menjadi tersuspensi, maka Fe dan Mn dapat disaring dengan saringan pasir aktif. Pasir aktif yang merupakan media atau material porous akan dapat memisahkan campuran solida-liquida sehingga Fe dan Mn dapat tertahan pada pasir kuarsa. Jadi, besi (Fe) dan mangan (Mn) yang berada fase *suspended solid* dapat dipisahkan dari air baku melalui media porous (pasir kuarsa) yang tersusun sebagai saringan pasir (Hari S Permana, 1994).

### 2.8.2. Hidrolika Filtrasi

Dari rumus (2) diatas, apabila sifat aliran yang tidak reguler, maka  $D$  diganti  $r$ , yaitu  $r$  = radius hidrolis. Rumus berubah menjadi :

$$h_l = f \frac{LV^2}{8.r.g} \dots\dots\dots (3).$$

Jika dalam saringan terdapat  $n$  partikel dan volume partikel adalah  $v_p$ , maka jumlah volume partikel adalah  $nv_p$ . Dan apabila porosity saringan adalah  $\epsilon$ , maka jumlah volume saringan adalah  $nv_p / (1 - \epsilon)$ , sedang volume rongga saringan adalah

$n v_p \bar{e}$ . Apabila jumlah permukaan basah dari partikel sama dengan jumlah permukaan partikel,  $s_p$  adalah permukaan basah per partikel, maka total permukaan partikel basah adalah  $n s_p$ .

Radius hidrolisik  $r$  ditentukan menurut persamaan berikut :

$$r = \left( \frac{2}{1-2} \right) \cdot \frac{v_p}{S_p} \dots \dots \dots (4).$$

Untuk partikel bulat :

$$\frac{v_p}{S_p} = \frac{\pi d^3 / 6}{\pi d^2} = d/6 \dots \dots \dots (5).$$

Untuk partikel yang tidak beraturan :

$$\frac{v_p}{S_p} = \emptyset d/6 \dots \dots \dots (6).$$

Tabel 2.6. Nilai – nilai Tipikal Faktor Bentuk Partikel

Material	Faktor bentuk, $\emptyset$
Bulat	1
Pasir bulat	0.82
Bubuk arang dan pasir pipih	0.73
Rata - rata pasir	0.75

(Sumber : T.H.Y Tebbutt,1990)

Velositas terkait ( $V_a$ ) adalah debit  $Q$  dibagi luas saringan ( $A$ ), sehingga velositas melalui pori saringan adalah :

$$V = \frac{Va}{e} \dots\dots\dots (7).$$

Dengan memasukkan persamaan, ( 4 ), ( 6 ), dan ( 7 ) pada ( 3 ) akan diperoleh persamaan :

$$h_1 = f \frac{D}{\phi d} \frac{1-e}{e^3} \frac{Va^2}{g} \dots\dots\dots (8).$$

Faktor friksi =  $f$

$$f = 150 \left( \frac{1-e}{N_{Re}} \right) + 1.75 \dots\dots\dots (9).$$

$$N_{Re} = \frac{\phi d Va}{\mu} = \frac{\rho \phi d Va}{\mu} \dots\dots\dots (10).$$

Dimana :  $V$  = viskositas kinematik

$\mu$  = viskositas dinamik

$\rho$  = densitas massa

Kehilangan *head* dapat dihitung berdasarkan persamaan Rose sebagai berikut :

$$h_L = \frac{1.067}{\phi} \frac{Cd}{g} D \frac{Va^2}{e^4 \cdot d} \cdot \sum \frac{x}{d} \dots\dots\dots (11).$$

Dimana  $C_d$  adalah koefisien hambat, sedang  $C_d$  pada  $N_{Re} < 1$

$$C_d = 24 / N_{re}$$

Untuk  $N_{Re} > 1$  tetapi  $< 10^4$ , menurut Geyer, 1968

$$C_d = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0.34 \dots \dots \dots (12).$$

## 2.9. Hipotesa

Terjadi penurunan terhadap kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) yang terdapat dalam air sumur gali di wilayah Kampus Terpadu, UII, Yogyakarta setelah di *treatment* dengan menggunakan Saringan Pasir Aktif.

