

## BAB II

### Tinjauan Pustaka

#### A. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Obyek Material
1	Dimas Aji Langgeng Darmawan	Desain Spray Aerator dan Filtrasi untuk Menurunkan Zat Besi (Fe) pada Air yang Mengandung Besi	<p>Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menurunkan zat besi (Fe) dalam air. Menggunakan lubang spray 2mm dan 3mm. Penelitian ini merupakan eksperimen, menggunakan jenis penelitian analitik dalam bentuk “<i>One Grup Pretest-Postes</i>” dengan menggunakan uji anova. Percobaan ini dilakukan sebanyak 5 kali setiap variable. Cara penurunan zat besi (Fe) dengan spesifik alat percobaan spray berdiameter lubang spray 2mm dan 3mm, ukuran bak penampang 50cm×50cm×25cm dan menggunakan pasir, kerikil, iju dan pecahan genteng sebagai alat filtrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata zat besi (Fe) dalam air sebelum perlakuan adalah 1,391 mg/l. Setelah perlakuan memperoleh hasil zat besi (Fe) untuk lubang spray 3mm turun sebanyak 50,83 % dan untuk lubang spray 2mm turun sebanyak 58,22 %. Setelah dilakukan uji anova hasil menunjukan tidak ada perbedaan yang bermakna antara lubang spray 2mm dan lubang spray 3mm.</p>
2	Alfian Mubarak 2016	Keaktifan Waktu Aerasi Menggunakan Bubble Aerator dalam Menurunkan	<p>Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat keefektifan waktu aerasi menggunakan bubble aerator. Variasi waktu yang digunakan saat proses aerasi 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit. Penelitian ini merupakan eksperimen dengan</p>

3	Karisma Diah	<p>Kadar Besi (Fe) Air Sumur Desa Kebarongan, Kemrajen Banyumas Tahun 2016</p> <p>Penurunan Zat Besi (Fe) Air Tanah Menggunakan Aerasi dengan Bubble Aerasi dan Filtrasi Batu Zeloit</p>	<p>menggunakan jenis penelitian analitik dalam bentuk “ <i>One Way Anova</i>”. Percobaan yang dilakukan sebanyak 4 kali pengulangan pada setiap variasi waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata zat besi (Fe) sebelum perlakuan dalam air adalah 1,95 mg/l. Setelah dilakukan perlakuan menggunakan <i>bubble aerator</i> memperoleh hasil zat besi (Fe) unruk aerasi selama 10 menit turun sebesar 9,26 %, 20 menit turun sebesar 28,45 %, 30 menit turun sebesar 48,39 %, 40 menit turun sebesar 73,15 %, 50 menit turun sebesar 71,66 % dan pada menit 60 turun sebesar 70,38 %.</p> <p>Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji analitik dalam bentuk “<i>Friedman test</i>” dengan menggunakan variasi waktu aerasi selama 40,50,60 dan 70 enit dan menggunakan filtrasi batu zeolite dengan ketebalan 30 cm.</p>
---	--------------	--	---

Tabel II.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

## B. Tinjauan Teori

### 1. Air Bersih

Air bersih adalah sumber utama dalam makhluk hidup, manusia tanpa air tidak bisa hidup, mengingat setiap gerak manusia membutuhkan air, misalnya: aktivitas keluarga, industri, tempat kerja, pertanian dan orang lain. Sumber air yang ada di alam merupakan suatu kebutuhan air yang dipenuhi oleh manusia misalnya air hujan , air permukaan, dan air tanah. Berdasarkan sumber mata air tersebut, kualitas air tanah lebih diutamakan daripada air permukaan dan air hujan, karena air permukaan dan air lebih mudah dikotori daripada air tanah(Munthe *et al.*, 2018).

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih, zat besi (Fe) yang paling banyak diperhitungkan adalah 1,0 mg/L dan untuk air minum zat yang dianggap paling maksimal. besi (Fe) adalah 0,3 mg/L.

## **2. Sumber Air**

Berdasarkan letaknya sumber air dibagi menjadi 3 yaitu :

### **a. Air Angkasa**

Air luar angkasa adalah sumber mata air utama di bumi. Air angkasa atau air hujan bisa dimanfaatkan untuk air minum, tetapi air angkasa tersebut mengandung banyak sekali bahan pencemar, sehingga perlu dipersiapkan untuk dapat dimanfaatkan sebagai air minum.

### **b. Air Permukaan**

Air permukaan yaitu air luar angkasa atau mengalirnya air hujan di luar bumi. Air permukaan akan mendapatkan kontaminan pada saat pengaliran. Cemarannya pada air permukaan pada umumnya berupa lumpur, batang kayu, daun, limbah rumah tangga, limbah industri, dll.

### **c. Air Tanah**

Sumber dari air tanah yaitu dari air hujan kemudian meresap ke dalam tanah melalui permukaan bumi dan menjalani proses penyaringan alam. Air tanah dapat ditemukan pada lapisan tanah ekifer. Pada umumnya air tanah banyak mengandung mineral. Air tanah biasanya bebas bakteri. Aksesibilitas air tanah juga dapat diakses secara konsisten dan dalam hal apapun, pada musim kemarau pun dapat ditemukan.

## **3. Air Tanah**

Proses pembentukan air di tanah sesuai dengan siklus peredaran air di bumi, artinya pembentukan air di bumi secara alamiah dan mengalami perpindahan tempat secara terus menerus. Berikut ini adalah bagian dari air tanah, diantaranya ;

a. Air tanah dangkal

Dengan memanfaatkan ukuran infiltrasi air, maka air tanah dangkal dibentuk. Cara pembentukan air tanah dangkal adalah dengan penetrasi air permukaan ke dalam tanah. Kedalaman air tanah ini adalah batas permukaan bawah tanah 15 m. Airtanah dangkal sejauh kualitasnya sangat dapat diterima namun sejauh jumlahnya tidak mencukupi mengingat aksesibilitas air bergantung pada kondisi cuaca(Ii, 2010).

b. Air tanah dalam

Keberadaan air tanah yaitu sesudah lapisan air pertama yang rapat. Untuk memperoleh air tanah harus dilakukan pengeboran dengan kedalaman kisaran 100-300 meter dibawah permukaan tanah. Untuk kualitas air tanah dalam ini kualitasnya cukup baik karena air tanah dalam telah melalui penyaringan yang sempurna dan terbebas dari kontaminan bakteri (Ii, 2010).

Air sumur dalam yang mengandung besi (Fe) dalam jumlah yang cukup besar kemudian diolah lebih lanjut melalui sirkulasi udara, khususnya air tersebut dicapai dengan udara sebanyak yang diharapkan sehingga Fe (OH<sub>2</sub>) dan (OH)<sub>4</sub> mengendap dan kemudian dialirkan ke saluran.

Lapisan tanah yang mampu menyimpan dan mengalirkan air ini dibedakan menjadi 4 macam lapisan, yaitu(Arsyad. K., 2017) :

- a. *Aquifer* merupakan lapisan yang dapat menyimpan dan menguras banyak air. Lapisan ini mengandung batu, pasir, dan sebagainya
- b. *Aquiclude* adalah lapisan yang mampu menyimpan air namun tidak bisa menguras air dengan jumlah yang cukup. Lapisan ini mengandung tanah tuf halus dan residu.
- c. *Aifuge* adalah lapisan ini merupakan lapisan tanah yang tidak dapat menyimpan atau menyalurkan air.
- d. *Aquitar* adalah yaitu pelapisan batu yang bisa menyimpan air, namun hanya memungkinkan sejumlah air untuk melewatinya.

Air tanah terbentuk dari hujan dan air permukaannya meresap ke tanah. siklus hidrologi adalah bagian dari tahapan air tanah, yaitu rangkaian peristiwa yang berulang-ulang. Menguap dari daratan maupun laut kemudian mengembun membentuk awan lalu mengalir keluar (terjadi peristiwa hujan) kemudian turun mengalir ke badan air maupun meresap ke tanah dan kemudian menguap lagi.

Secara alami kualitas air tanah dipengaruhi oleh litologi ekuifer, jenis tanah dan jenis asal air yang meresap ke tanah. Tanah atau bebatuan merupakan bahan pencemar yang sifatnya melemah. Pencemaran air tanah dangkal bergantung pada keadaan mata air, jumlah dan jenis racun, dan jenis tanah/bebatuan dalam zona tak jenuh, atau batu-batu penyusun mata air.

Air tanah berada di atas sumber yang berbeda. Air tanah terbebas dari kuman dan tidak memerlukan pengolahan lebih lanjut seperti air lainnya yang harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Selain itu, air tanah juga dapat diakses secara konsisten. Air tanah lebih unggul daripada air lainnya, karena air tanah kaya akan garam dan mineral. Kandungan air tanah berypa ion dan kation kandungan tersebut dapat diukur menggunakan satuan ppm atau mg/l. Kandungan garam di dalam air tanah dapat melarutkan zat logam contohnya antara lain zat besi, mangan, klorida dan sebagainya.

Sifat air tanah dalam secara umum bebas dari bakteri patogen, nilai fisik air tanah dalam selalu jernih, air tanah relatife mudah dan praktis didapatkan disekitar permukiman, paada umumnya air tanah banyak mengandung mineral (Fe dan Mn) yang tinggi maka air tanah yang mengandung mineral banyak perlu pengolahan lebih lanjut. Air tanah yang mengandung Mg, Ca, sampai mengandung kesadahan sementra maupun kesadahan tetap (Mg, SO<sub>4</sub>, Ca Cl<sub>2</sub>), perlu dilakukan penurunan kesadahan.

#### 4. Persyaratan Penyediaan Air Bersih dan Air Minum

Air yang digunakan dalam kegiatan sehari-hari masyarakat setempat, baik digunakan untuk pemanfaatan maupun untuk kebutuhan, harus memenuhi kebutuhan yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 untuk air bersih dan, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010.

##### a. Persyaratan Kualitatif

Prasyarat kualitatif menggambarkan sifat air bersih, batas-batas yang menyertainya :

##### 1) Parameter Fisik

Secara fisik air bersih atau air minum itu tidak berbau, jernih, tidak ada rasanya dan kusam, serta tidak keruh. Batas insentif kekeruhan pada air bersih yaitu 25 NTU dan 5 NTU untuk air minum. Temperatur air bersih dan air minum setara dengan temperatur udara, yaitu  $25^{\circ}\text{C}$  dengan hambatan hambatan  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .

##### 2) Parameter Kimia

Air bersih dan air minum dilarang mengandung bahan kimia. Karena dalam bahan kimia terdapat zat berbahaya, zat yang dapat mengganggu kesehatan, tidak mengandung zat majemuk (tidak mengandung garam atau partikel logam Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Mn, D, dan Cr Kekerasan rendah dan tidak mengandung bahan alam  $\text{NH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{NO}_3$ ). pH air yaitu kisaran  $<6,5 - > 8,5$

##### 3) Bakteriologis

Air bersih dilarang mengandung mikroba patogen dan parasit misalnya mikroorganisme Typus, Kolera, Disentri serta Gastroenteris. Jika mikroorganisme patogen ditemukan dalam air minum atau air bersih, dapat mengganggu kesehatan atau

menyebabkan infeksi. Untuk menentukan ada tidaknya mikroorganisme patogen perlu memperhatikan ada tidaknya organisme mikroskopis E. Coli yaitu petunjuk adanya pencemaran air. Secara bakteriologis, jumlah Coliform yang diizinkan dalam air bersih adalah 50 koloni bagian untuk setiap 100 ml air uji dan untuk air minum 0 koloni untuk setiap 100 ml air uji. Jika air bersih mengandung banyaknya tandan Coli yang melebihi suatu zat maka dianggap tercemar oleh kotoran manusia (Damayanti, 2018).

#### 4) Radioaktif

Bahan radioaktif seperti sinar alfa, gamma, dan beta tidak boleh tergantung dalam air minum (Damayanti, 2018).

#### b. Persyaratan Kuantitatif

Prasyarat kuantitatif untuk air bersih adalah aksesibilitas air mentah di alam. Air mentah yang dapat diakses dapat dimanfaatkan untuk mengatasi kebutuhan masyarakat.

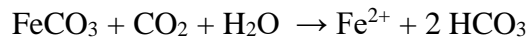
### 5. Besi (Fe)

#### a. Besi Dalam Air Tanah

Pada air tanah banyak mengandung zat besi, terutama pada air sumur. Air tanah yang sebagian besar memiliki sentralisasi karbon dioksida yang tinggi bisa mengakibatkan kondisi anaerobik. Yang mengakibatkan pemusatan besi sebagai mineral tidak larut ( $\text{Fe}^{3+}$ ) menurun menjadi besi terlarut sebagai partikel bervalensi dua ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Besi dalam air tanah berkonsentrasi antara 0,01 mg/l - 25 mg/l (Sari, 2015).

Pada umumnya, air tanah memiliki karbon dioksida dengan konsentrasi yang benar-benar tinggi dan memiliki fokus oksigen yang sangat rendah yang digambarkan oleh pH air yang rendah, sehingga dalam kondisi ini, besi yang pada awalnya dalam air tidak larut lalu bisa larut dalam air, besi dalam air. struktur dua partikel valensi ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Dalam air tanah ditemukan besi (Fe) lebih dari 1 mg/l. pada air tanah, besi ada

sebagai  $\text{Fe}^{2+}$  yang sangat tinggi, Besi dalam ion  $\text{Fe}^{2+}$  secara efektif larut dalam air. pH yang tidak bias terdapat jumlah oksigen yang larutannya memadai, partikel-partikel besi akan berubah menjadi partikel-partikel besi dan pada akhirnya partikel-partikel ini akan mengendap. Pelarutan besi karbonat ditampilkan dalam reaksi ;

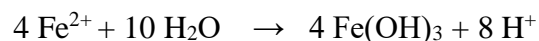


Tingginya Zat besi  $\text{Fe}^{2+}$  di perairan diidentikkan sebagai kandungan tingginya bahann alam atau tingginya kandungan besi terdapat di dalam air mulai dari air tanah dalam dengan lingkungan anaerobik yang saat ini tidak mengandung oksigen (K, Agustina, H Santjoko, 2019).

$\text{Fe(II)}$  yang terkandung dalam air tanah mempunyai sifat yang luar biasa. Air tanah yang mengandung  $\text{Fe(II)}$  tanpa oksigen air yang dikirim jernih, setelah oksigen teroksidasi dari lingkungan, partikel besi akan berubah menjadi partikel besi dengan respon:  $4 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} = 4 \text{Fe(OH)}_3 + 8 \text{H}^+$  dan menyebabkan air menjadi keruh (K, Agustina, H Santjoko, 2019).

#### **b. Reaksi Kimia Antara Besi dengan Oksigen didalam Air**

Air tanah banyak mengandung gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Besi tersebar di alam dalam yang terdapat  $\text{O}_2$ , sehingga besi dapat terurai dalam air. Besi  $\text{Fe}^{2+}$  yang terurai sulit untuk mengendap, sehingga harus diubah  $\text{Fe}^{3+}$ .  $\text{Fe(OH)}$  adalah garam yang sukar terurai dalam air. Respon zat yang terjadi antara besi dan oksigen dalam air adalah sebagai berikut (Joko T, 2010).



#### **c. Dampak yang Disebabkan Zat Besi (Fe) di dalam Air**

Permasalahan yang terkandung dalam Fe yaitu : (K, Agustina, H Santjoko, 2019)

##### 1) Gangguan Teknis

a) Endapan  $\text{Fe(OH)}_3$  merugikan efeknya :



- (1) bak dari seng, wastafel dan kloset akan kotor
- (2) pembuntutan pada pipa karena terjadinya korosif terhadap endapkan pada saluran pipa.

b) Gangguan Fisik

Terganggunya fisik akibat zat besi yang pecah dalam air merupakan adanya bayangan, bau, rasa. Air minum terasa tidak enak apabila konsentrasi zat besi yang terurai  $> 1,0$  mg/l.

c) Gangguan Kesehatan

Pada tubuh manusia, dalam pembentukan hemoglobin dalam tubuh hampir tidak ada zat besi yang diperlukan, tetapi apabila air yang mengandung zat besi dikonsumsi dalam jumlah besar maka akan mengganggu kesehatan termasuk: sakit perut, rusaknya usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, radang sendi, kelahiran, gusi kering, penyakit, sirosis ginjal, sumbatan, diabetes, lari, mabuk, lemah, hepatitis, hipertensi, gangguan tidur. Kematian bisa terjadi karena kerusakan pada dinding usus, hal ini karena kandungan Fe dalam air yang melebihi 1 mg/l.

d) Gangguan Ekonomis

Gangguan ekonomis tidak ditimbulkan langsung dalam jangka panjang mengingat kadar zat besi (Fe) dalam air yang tidak dapat dipungkiri dapat merusak peralatan rumah tangga sehingga memerlukan biaya penggantian, jika air tersebut digunakan untuk mencuci juga memerlukan biaya tambahan. ton pembersih atau pembersih, noda yang berwarna. pada pakaian putih.

**d. Faktor-Faktor yang Dapat Mempengaruhi Kelarutan Zat Besi di dalam Air**

1) Kedalaman

Jatuhnya air ke tanah yang melalui penetrasi pada kotoran yang terkandung FeO akan mereaksi dengan H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub> pada tanah

terbentuk  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  dimana makin dalam air yang teresap ke tanah semakin tinggi pelarutan besi karbonat dalam air. (Joko T, 2010)

## 2) Derajat Keasaman (pH)

pH air dipengaruhi oleh kesadahan besi dalam air, jika rendahnya pH air akan menimbulkan interaksi destruktif yang menyebabkan terurainya besi dan logam lain pada air, rendahnya pH dibawah 7 dapat menguraikan logam. Pada pH rendah, besi di dalam air adalah sebagai besi, dimana struktur besi akan mendorong dan tidak hancur dalam air atau tidak terlihat dengan mata dan mengakibatkan jika terjadi naungan di dalam air, air kotor dan perasaan karat di dalam air. (Joko T, 2010).

## 3) Temperatur Air (Suhu)

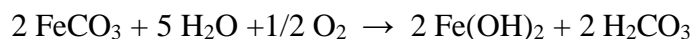
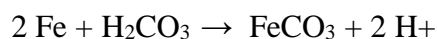
Suhu air yang layak menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 adalah setara dengan suhu udara. Suhu yang tinggi mengakibatkan berkurangnya  $\text{O}_2$  dalam air, kenaikan suhu air menggambarkan tingkat larutnya mineral dengan tujuan agar kelarutan Fe dalam air tinggi (Joko T, 2010)

## 4) Bakteri Besi

Organisme mikroskopis besi yaitu mikroorganisme yang mengambil besi dari iklim umum, membawa pengurangan besi dalam air. Dalam pergerakannya organisme mikroskopis besi membutuhkan oksigen dan zat besi sehingga bahan makanan dari mikroba besi tersebut. Akibat dari kerja mikroorganisme besi menghasilkan zat besi (oksida besi) yang mengakibatkan warna dalam pakaian dan struktur. Mikroba besi yaitu mikroorganisme yang hidup dalam kondisi anaerob dan terdapat kandungan mineral di perairan. Perkembangan bakteri yang mengandung banyak  $\text{CO}_2$  maka perkembangannya akan semakin besar (Joko, 2010).

#### 5) Hubungan Zat Besi (Fe) dengan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) adalah suatu gas yang ada dalam air. Dilihat dari jenis gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dalam air, CO<sub>2</sub> dipisahkan menjadi, CO<sub>2</sub> bebas, khususnya CO<sub>2</sub> yang larut dalam air, CO<sub>2</sub> dalam keseimbangan dan CO<sub>2</sub> kuat. Dari tiga jenis karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang ditemukan dalam air, CO<sub>2</sub> kuat adalah yang paling berbahaya karena CO<sub>2</sub> kuat lebih tinggi dan dapat menyebabkan korosi, yang membahayakan logam dan semen. Seperti yang ditunjukkan oleh Powell, CO<sub>2</sub> asam bebas akan membahayakan logam ketika CO<sub>2</sub> merespons dengan air. Tanggapan ini dikenal sebagai hipotesis korosif, dengan tanggapan yang menyertainya:



Pada reaksi di atas cenderung terlihat korosif karbonik akan terus menerus merusak logam, demikian juga dengan membongkai FeCO<sub>3</sub> karena adanya reaksi antara Fe dan H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, kemudian pada saat itu FeCO<sub>3</sub> merespon dengan air dan gas oksigen (O<sub>2</sub>) untuk menciptakan zat 2FeOH dan 2H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dimana H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> akan menyerang logam. sehingga siklus pemusnahan logam berjalan dengan konsisten sehingga menimbulkan kerusakan yang lebih menonjol pada logam (Kementerian Kesehatan RI, 2011).

#### e. Metode Penurunan Zat Besi (Fe) di Dalam Air

##### 1) Aerasi

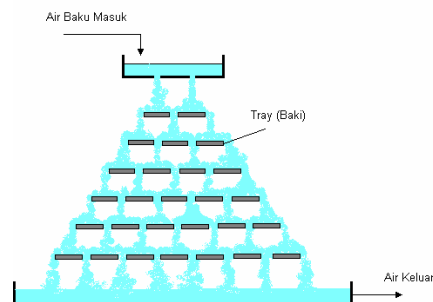
Aerasi yaitu pengolahan air yang menambahkan oksigen ke dalam air. Perluasan oksigen dilakukan sebagai upaya untuk menghilangkan batas kelimpahan di dalam air, dengan tujuan agar pemusatan batas tersebut akan berkurang atau dapat dimusnahkan. Sedikit demi sedikit ada dua cara berbeda untuk menambahkan oksigen ke dalam air, tepatnya dengan membawa udara ke dalam air serta mendorong air ke

atas untuk bersentuhan dengan oksigen. (K, Agustina, H Santjoko, 2019).

Macam-macam alat aerator :

a) Aerator Baki (*Tray Aerator*)

Tindakan sangat mendasar dan masuk akal dan umumnya membutuhkan sedikit ruang. Aerator jenis ini terdiri dari 4 sampai 8 tray dengan denah vertikal atau piramidal. Bagian bawah pelat ditusuk dengan jaraknya 30-50 cm. Melalui garis yang tertusuk air disebarluaskan secara merata melalui tray, dari bagian ini air memercik ke bawah dengan kecepatan 0,02 m<sup>3</sup>/detik per m<sup>2</sup> permukaan tray. Tray bisa dibuat dari beton asbes, PVC, logam atau kayu. Untuk mendapatkan aliran air yang lebih lancar, pelat dapat diisi dengan batuan kasar setebal 10 cm, terkadang menggunakan lapisan batu apung atau arang sebagai pendorong dan mempercepat interaksi aglomerasi besi dalam air (Said, 2008).

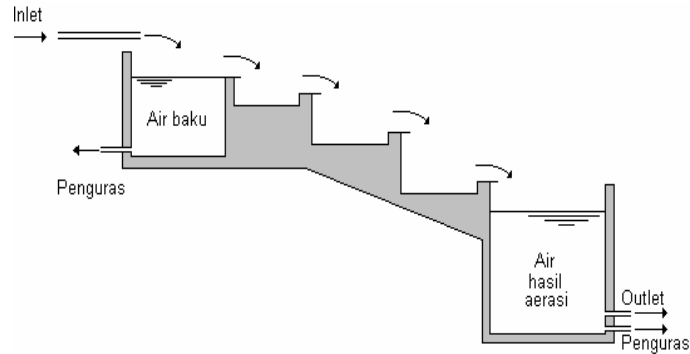


Gambar II.1 Aerator baki (Tray aerator)

b) Cascade Aerator

Aerator terdapat 4 sampai 6 tahap, dengan tinggi masing-masing progresi 30 cm yang kecepatannya  $\pm 0,01$  m<sup>3</sup>/detik per m<sup>2</sup>. Berbeda dengan aerator tray jenis casade ini membutuhkan lebih

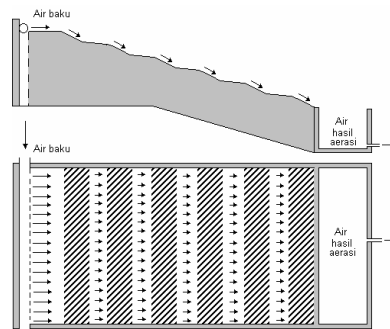
banyak ruang tetapi faktor tekanan lengkap yang lebih rendah dan manfaat yang berbeda tidak memerlukan dukungan (Said, 2008)



Gambar II.2 Cascade Aerator

c) Submerged Cascade Aerator

*Submerged Cascade Aerator* atau sirkulasi udara Tangkapan udara terjadi ketika air jatuh dari setiap trap yang membawanya ke air yang terkumpul di trap di bawahnya. Ketinggian dengan totalnya 1,5 m yang dipisahkan menjadi 3-5 tahap. Batas perangkat keras ini antara 0,005 hingga 0,5 m<sup>3</sup>/detik per m<sup>2</sup>(Said, 2008).

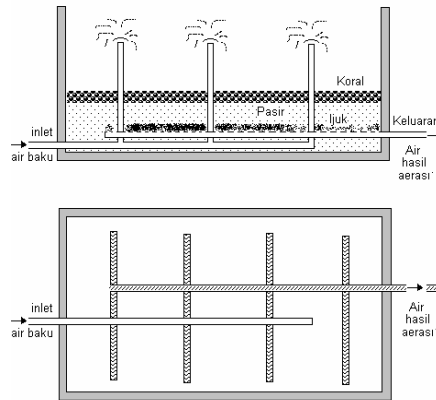


Gambar II.3 Submerged Cascade Aerator

d) Spray Aerator

Terdiri dari nozel percikan statis terkait dengan matriks pelat air yang dihujani ke udara dengan kecepatan 5-7 m/s. Aliran air dalam spray aerator dari berbagai bantalan dialirkan melalui saluran dengan panjang 25 cm dan lebar 15 – 30 mm. Piringan bundar diletakkan beberapa sentimeter di setiap ujung garis,

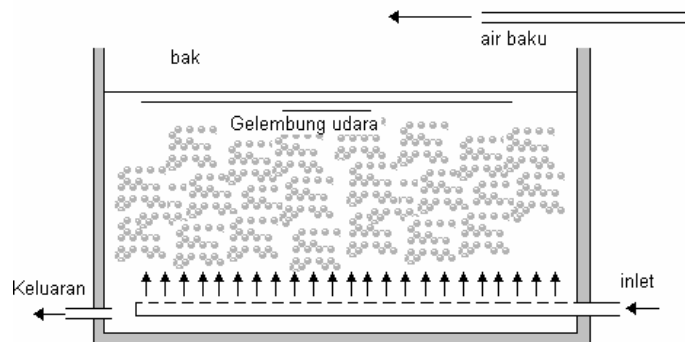
sehingga lapisan tipis air bundaran dapat dibentuk yang kemudian tersebar menjadi percikan air yang halus (Said, 2008)



Gambar II.4 Spray Aerator

e) Aerator Dengan Difuser Gelembung (*Bubble aerator*)

Sekitar 0,3-0,5 m<sup>3</sup> udara per m<sup>3</sup> air yaitu umlah udara yang dibutuhkan aerator kantong udara karena volumenya mudah ditingkatkan. Pengaliran udara melalui saluran yang dipasang di bagian bawah bak (Said, 2008)



Gambar II.5 Aerator Dengan Difuser Gelembung (*Bubble aerator*)

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses aerasi:

Sebagaimana ditunjukkan oleh (Joko, 2010) dalam buku “Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum” pergerakan gas dalam sirkulasi udara ukuran dari zat-zat yang tidak terduga dari air bergantung pada berbagai variabel, khususnya:

- a) Ciri-ciri zat tidak stabil

- b) Suhu air dan suhu udara di sekitarnya
- c) Obstruksi perpindahan gas
- d) Faktor tekanan parsial gas dalam iklim aerator
- e) Turbulensi (pengembangan) dalam tahap gas dan fluida
- f) Perbandingan wilayah permukaan kontak dengan volume aerator
- g) Waktu kontak

## 2) Filtrasi

Filtrasi adalah interaksi penyaringan fisik, zat dan organik untuk menyalurkan melalui partikel-partikel yang tidak bisa mengendap dengan media yang permeabel. Penyaringan digunakan untuk mengurangi zat racun seperti organisme mikroskopis, warna, rasa, bau, besi, dan sebagainya untuk memperoleh air bersih yang memenuhi pedoman kualitas air bersih. Interaksi filtrasi dibagi menjadi dua, diantaranya filtrasi pasir cepat dan filtrasi pasir sedang. Standar dasar filtrasi adalah penyaringan partikel sebenarnya, buatan, alami, untuk cara memisahkan partikel yang tidak sesuai dengan siklus sedimentasi.

Proses yang terjadi dalam filtrasi yaitu (Alifianna, 2018):

### a) Pengendapan

Siklus ini bisa saja terjadi pada saluran yang lambat. Ruang antara butir mengisi sebagai mangkuk pengendapan kecil. Memang, bahkan sedikit partikel koloid dan beberapa jenis mikroba akan mendapatkan ruang di antara butiran dan menempel pada butiran pasir karena dampak yang sebenarnya (adsorpsi).

### b) Biological action

Interaksi ini bisa saja terjadi di saluran saluran yang lambat. Organisme alga dan plankton adalah suspensi yang terkandung dalam air, misalnya makanan untuk jenis mikroorganisme tertentu.

Proses filtrasi terdapat faktor yang mempengaruhinya diantaranya meliputi :

a) Debit

Debit aliran yaitu sebagai laju aliran (sejauh volume air) yang melalui suatu luasan melintang untuk setiap satuan waktu. Dalam pengaturan unit, ukuran pelepasan dikomunikasikan dalam meter kubik setiap detik ( $m^3/s$ ). Jika kecepatan aliran dan pelepasan air meningkat, viabilitas pemisahan akan berkurang. Debit air akan mempengaruhi perendaman. (Alifianna, 2018).

b) Kedalaman media, ukuran dan material

Ketebalan media menentukan panjang aliran dan kemampuan filter. Media yang tebal biasanya memiliki kemampuan filternya tinggi, namun memerlukan waktu pengaliran yang lama. Kemudian lagi, media yang sedikit serta memiliki waktu pengaliran yang singkat. Selain itu, ukuran lebar butir media filtrasi mempengaruhi porositas, laju filtrasi, dan lebih jauh lagi kapasitas pemisahan, baik sejauh pembuatan, luas, dan keadaan jalannya tindakan lebar butir media. Ukuran pori sendiri menentukan derajat porositas dan kapasitas untuk menyalurkan partikel halus yang terkandung dalam air mentah. Pori-pori yang terlalu besar akan meningkatkan kecepatan filtrasi dan juga akan membuat keluarnya partikel-partikel halus tersaring. Lagi pula, pori-pori yang terlalu halus akan memperluas kapasitas untuk menyalurkan partikel dan juga dapat menyebabkan penyumbatan (penyumbatan pori-pori oleh partikel halus yang tersuspensi) secara berlebihan (Oxtoby, 2016).

c) Waktu kontak



Waktu yang dibutuhkan dalam mengontak media atau waktu selama penanganan. Pemanfaatan waktu mempengaruhi hasil dalam penyaringan (Alifianna, 2018).

d) Konsentrasi Kekeruhan

Konsentrasi kekeruhan berpengaruh pada efektivitas filtrasi. Tingginya konsentrasi kekeruhan air mentah mengakibatkan tersumbatnya pori-pori media atau akan terjadi penyumbatan. Dalam proses filtrasi yang normal dibatasi berapa banyak pengelompokan kekeruhan air mentah (sentralisasi air influen) yang bisa masuk. Jika konsentrasi kekeruhan terlalu tinggi, maka harus ditangani terlebih dahulu, seperti tindakan koagulasi – flokulasi dan sedimentasi (Oxtoby, 2016).

Berdasarkan kecepatan penyaringan, filtrasi dibagi menjadi dua yaitu (Bima, 2005) :

a) *Slow Sand Filter* (Saringan Pasir Lambat)

Penyaringan dengan menggunakan strategi *Slow Sand Filter* adalah saluran molekul yang tidak dilalui oleh suatu tindakan perlakuan zat (koagulasi). Kecepatan aliran di media pasir ini sedikit karena ukuran media pasirnya lebih kecil.

Saluran pasir sedang adalah saluran yang memiliki kecepatan filtrasi yang lambat. Kecepatan filtrasi saluran lambat sekitar 20 – beberapa kali lebih lambat, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Kecepatan yang lebih lambat ini disebabkan oleh ukuran media pasir yang lebih kecil (ukuran yang layak = 0,15 – 0,35 mm). Saluran sedang digunakan untuk menghilangkan bahan alami dan bentuk kehidupan patogen dari air mentah.

Saluran pasir lambat ini layak untuk digunakan dengan kekeruhan yang cukup rendah, yaitu di bawah 50 NTU bergantung pada penyebaran ukuran molekul pasir, proporsi wilayah permukaan saluran terhadap kedalaman dan kecepatan filtrasi.

Saluran pasir sedang bekerja dengan membentuk lapisan gelatin atau biofilm yang disebut lapisan hypogeal atau Schmutzdecke. Lapisan ini mengandung organisme mikroskopis, kapasitas, protozoa, rotifera, dan tukik dari hewan melata. Schmutzdecke adalah penutup yang melakukan dekontaminasi kuat dalam pengolahan air minum. Di Schmutzdecke, partikel yang tertangkap dan organik yang pecah diasimilasi, dikonsumsi dan diproses oleh mikroba, parasit, dan protozoa. Siklus prinsip Schmutzdecke adalah tekanan mekanis bahan tersuspensi dalam film permeabel yang sangat kecil. Manfaat saluran moderat adalah:

- (1) Biaya pengembangan rendah
- (2) Rencana dan kegiatan sederhana
- (3) Tidak ada persyaratan untuk senyawa sintetis tambahan
- (4) Variasi kualitas air mentah tidak mengganggu
- (5) Tidak perlu banyak air untuk mencuci karena hanya dilakukan pada titik tertinggi substrat tanpa debit

Sedangkan kendalanya adalah saluran pasir yang lambat adalah luasnya lahan yang dibutuhkan karena lambatnya kecepatan interaksi filtrasi.

b) *Rapid Sand Filter* (Saringan Pasir Cepat)

Interaksi filtrasi dengan cara ini adalah semacam unit filtrasi yang dapat memberikan lebih banyak pelepasan air, namun kurang berhasil dalam mengelola aroma dan rasa dalam air yang dipisahkan. Pelepasan air yang cepat menyebabkan lapisan mikroorganisme yang berharga untuk menghilangkan mikroba namun memerlukan tindakan sterilisasi yang lebih terkonsentrasi. Arah aliran air adalah dari dasar ke atas. Pada siklus ini sebagian besar melakukan discharge atau pencucian saluran tanpa merusak seluruh saluran.

Media yang digunakan untuk pengukuran Rapid Sand Filter terbuat dari pasir silika biasa, pasir antrasit, atau pasir garnet yang bervariasi dalam ukuran, bentuk, dan potongan majemuk.

Dalam menyelesaikan siklus filtrasi dengan strategi ini, beberapa hal harus dipikirkan. Komponen filtrasi dengan saluran pasir cepat adalah:

- 1) Penekanan mekanis
- 2) Sedimentasi
- 3) Daya adsorpsi atau elektrokinetik
- 4) Koagulasi di dasar saluran
- 5) Gerakan biologis

### 3) Sedimentasi

Sedimentasi adalah menyisahkan padatan tersuspensi dalam air melalui pengendapan gravitasi. Mekanisme pengendapan partikel flokulen, disampaikan dalam ukuran koagulasi-flokulasi, aliran harus laminar dengan tujuan agar flok tidak pecah, sekat pemisah/tusuk kaget, tumpahan bendung (Pamudji & Djono, n.d.).

Kapasitas interaksi sedimentasi adalah untuk membuang beberapa macam partikel yang terkandung di dalam air, misalnya adanya partikel yang mengendap, mengisolasi flok yang telah tersusun dari sub unit flokulator sehingga mudah dibuang.

## 6. Proses Oksidasi

Aturan penghilangan besi adalah bahwa siklus oksidasi adalah kekurangan setidaknya satu elektron dari zat yang sepenuhnya dimaksudkan untuk mengubah jenis besi yang dipecah menjadi jenis besi yang tidak larut (mempercepat). Endapan yang terbentuk dapat dihilangkan dengan interaksi filtrasi.

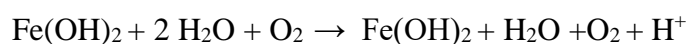
Cara menghilangkan besi dalam air dengan oksidasi harus dimungkinkan tiga kali dan menggunakan ahli pengoksidasi, termasuk:

a. Oksidasi dengan udara (Aerasi)

Aerasi udara adalah tindakan pengolahan air dengan cara mencapai air dengan udara sehingga terjadi penyesuaian sentralisasi zat-zat yang tidak terduga di dalam air. Alasan aerasi adalah untuk menghilangkan CO<sub>2</sub> pelarut air dengan memberikan CO<sub>2</sub> ke udara, menghitung hidrogrene sulfida (H<sub>2</sub>S), metana (CH<sub>4</sub>) dan campuran alami tidak stabil lainnya (hilang) yang diidentifikasi dengan rasa dan bau, mengurangi alkali dalam air melalui interaksi aerasi. Keuntungan dari alat ukur aerasi adalah bekerja pada sifat fisik dan sintetik air sehingga dapat dimanfaatkan dengan baik untuk kebutuhan sehari-hari dan kebutuhan mekanis (Yuniarti et al., 2019).

Komponen yang mempengaruhi aerasi udara sebagaimana ditunjukkan oleh Joko T. (2010) atribut tidak stabil, suhu air dan suhu udara sekitarnya, hambatan perpindahan gas, faktor tekanan fraksional gas pada iklim aerator, gangguan (perkembangan) pada tahap gas dan fluida, proporsi daerah permukaan yang berhubungan dengan aerator. volume aerator, waktu kontak.

Aturan penurunan besi adalah dalam ukuran oksidasi dan presipitasi. Cara untuk mengurangi besi adalah bahwa besi dalam struktur besi dioksidasi dengan oksigen terlebih dahulu menjadi struktur besi, kemudian, pada saat itu pengendapan dilakukan untuk membentuk percepatan besi hidroksida. Interaksi ini efektif terjadi pada air pada pH +7 dimana larutannya paling rendah. Pada dasarnya, penurunan besi (Fe) berubah dari struktur pelarut air menjadi struktur tidak larut dalam air. Kondisi reaksi yang terjadi adalah:

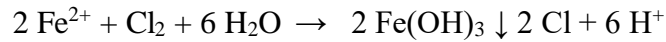


b. Oksidasi dengan bahan oksidator khlorin

Klorin adalah pembersih dan dalam pengolahan air juga bertujuan untuk mengontrol keberadaan makhluk hidup, mengoksidasi intensif yang menyebabkan bau dan rasa, mengoksidasi besi dan mangan,

menghilangkan warna, dan selanjutnya dalam terapi yang berbeda secara keseluruhan dalam ukuran filtrasi dan sedimentasi (Noor, 2017)

Reaksi oksidasi antara besi dengan chlorine sebagai berikut:



c. Oksidasi dengan Kalium Permanganat(KMnO4)

Untuk menghilangkan zat besi dalam air, sangat baik dapat diselesaikan dengan mengoksidasinya menggunakan ahli pengoksidasi kalium pemanganat (KMnO4) dengan kondisi reaksi yang menyertainya (Joko T, 2010)



## 7. Zeolit

Zeolit adalah senyawa alumino-silikat terhidrasi dengan kation natrium, kalium, dan barium. Zeolit juga disebut sebagai penampung atom karena zeolit mempunyai pori-pori berukuran sub-atom sehingga dapat menyalurkan partikel dengan ukuran tertentu. Dalam ukuran saluran air, zeolit dapat membunuh organisme mikroskopis dan mengikat logam yang terkandung dalam air (Mugiyantoro *et al.*, 2017).

Zeolit alam ada di alam dalam bentuk sedimentasi. Proses pembentukan yaitu perubahan abu vulkani oleh air sehingga menjadi endapan proses ini disebut proses sedimentasi. Proses sedimentasi zeolit berlangsung secara terus menerus di dasar laut. Dari penelitian kelautan dapat diketahui bersama, zeolite type Philips adalah suatu mineral paling alami.

Pemanfaatan zeolit sebagai retentif selama siklus filtrasi karena zeolit bersifat spesifik, zeolit memiliki batas penukaran kationik yang cukup tinggi. Zeolit dapat mengisolasi atom tergantung pada ukuran dan keadaan struktur permata zeolit . Ada dua instrumen untuk interaksi asimilasi, yaitu konsumsi aktual spesifik atau kekuatan vanderaksial dan retensi zat atau daya tarik elektrostatik. Kedua komponen tersebut dapat berjalan pada saat yang sama bergantung pada gagasan tentang komponen yang dipertahankan, korosi permukaan, daya tukar kation zeolit, dan substansi kekurangan kerangka (Khiqmah, 2015)

Karakteristik struktur zeolit (Ii & Teori, 2010) :

- a. Sangat permeabel, karena permata zeolit adalah struktur yang dibentuk dari jaring tetrahedral  $\text{SiO}_4$  dan  $\text{AlO}_4$ .
- b. Pori-porinya berukuran sub-atomik, karena pori-pori zeolit dibentuk dari tumpukan n-ring yang terdiri dari 6, 8, 10, atau 12 individu tetrahedral.
- c. Mampu menukarkan kation, karena perbedaan yang bertanggung jawab untuk  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{Si}^{4+}$  membuat partikel Al dalam struktur permata bermuatan negatif dan membutuhkan kation pembunuh. Membunuh kation yang bukan bagian dari struktur ini dengan mudah digantikan oleh kation yang berbeda.
- d. Dapat digunakan sebagai asam kuat, karena penggantian kation pembunuh dengan proton membuat zeolit menjadi kuat korosif Bronsted.
- e. Mudah diubah karena setiap tetrahedral dapat dihubungkan dengan material yang berubah

Zeolit memiliki sifat fisik dan kimia yaitu (Ii & Pustaka, 2013) :

- a. Tingkat hidrasi yang serius
  - b. Sederhana
  - c. Pertukaran partikel tinggi
  - d. Ukuran saluran seragam
  - e. Penghantar listrik
  - f. Menyerap asap dan gas
  - g. Memiliki sifat sinergis
8. Bubble Aerator

Dalam penelitian yang diarahkan oleh Alfian Mubarak tahun 2016 dengan judul “keaktifan Waktu Aerasi Menggunakan Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Air Sumur Di Desa Kebarongan, Kemrajen Banyumas Tahun 2016” memanfaatkan varietas dalam bubble aerator selama 10, 20, 30, 40, 50 dan satu jam didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Pengukuran kadar besi (Fe) pada control

Replikasi	Kontrol (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	Sebelum	Setelah		
1	1,90	1,88	0,02	1,05
2	1,93	1,91	0,02	1,04
3	1,96	1,94	0,02	1,02
4	1,98	1,96	0,02	1,01
Rata – rata	1,94	1,92	0,02	1,03

- b. Pengukuran kadar besi (Fe) pada perlakuan 1 waktu bubble aerasi 10 menit

Replikasi	Kontrol (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	Sebelum	Setelah		
1	1,90	1,88	0,02	1,05
2	1,93	1,91	0,02	1,04
3	1,96	1,94	0,02	1,02
4	1,98	1,96	0,02	1,01
Rata – rata	1,94	1,92	0,02	1,03

- c. Pengukuran kadar besi (Fe) pada perlakuan 1 waktu bubble aerasi 20 menit

Replikasi	Perlakuan 2 (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	Sebelum	Setelah		
1	1,90	1,34	0,56	29,47
2	1,93	1,38	0,55	28,50
3	1,96	1,44	0,52	26,53
4	1,98	1,40	0,58	29,29
Rata – rata	1,94	1,39	0,55	28,45

- d. Pengukuran kadar besi (Fe) pada perlakuan 1 waktu bubble aerasi 30 menit

Replikasi	Perlakuan 3 (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	Sebelum	Setelah		
1	1,91	1,00	0,91	47,64
2	1,95	1,00	0,95	48,72
3	1,97	1,01	0,96	48,73
4	1,98	1,02	0,96	48,48
Rata – rata	1,95	1,01	0,95	48,39

- e. Pengukuran kadar besi (Fe) pada perlakuan 1 waktu bubble aerasi 40 menit

Replikasi	Perlakuan 4 (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	Sebelum	Setelah		
1	1,91	0,50	1,41	73,82
2	1,95	0,53	1,42	72,82
3	1,97	0,53	1,44	73,10
4	1,99	0,54	1,45	72,86
Rata – rata	1,96	0,53	1,43	73,15

- f. Pengukuran kadar besi (Fe) pada perlakuan 1 waktu bubble aerasi 50 menit

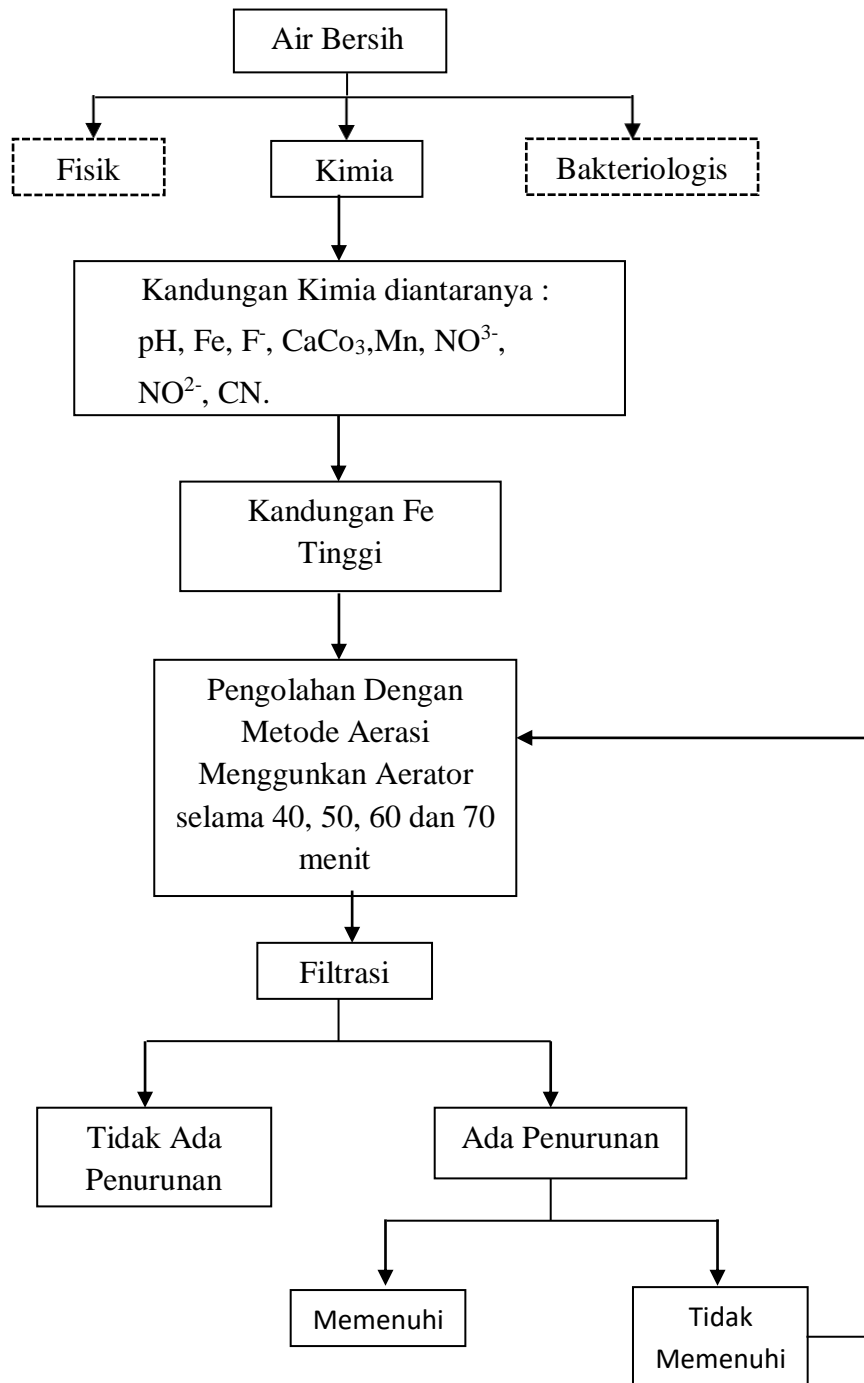
Replikasi	Perlakuan 5 (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	Sebelum	Setelah		
1	1,92	0,52	1,40	72,92
2	1,95	0,56	1,39	71,28
3	1,97	0,56	1,41	71,57
4	1,99	0,58	1,41	70,85
Rata – rata	1,96	0,56	1,40	71,66

- g. Pengukuran kadar besi (Fe) pada perlakuan 1 waktu bubble aerasi 60 menit

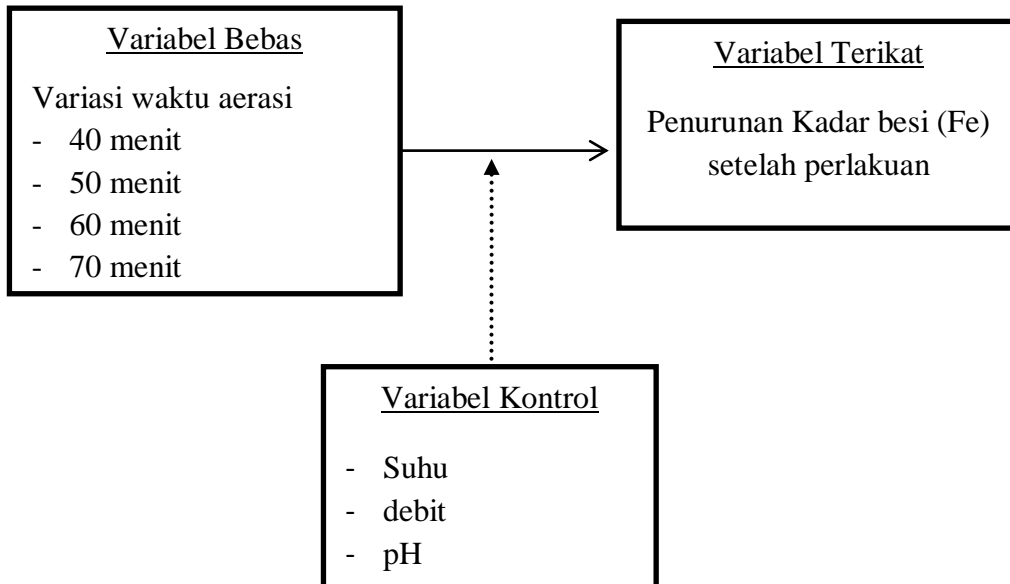
Replikasi	Perlakuan 6 (mg/l)		Selisih (mg/l)	Keefektifan (%)
	Sebelum	Setelah		
1	1,92	0,54	1,38	71,88
2	1,95	0,59	1,36	69,74
3	1,97	0,58	1,39	70,56
4	1,99	0,61	1,38	69,35
Rata – rata	1,96	0,58	1,38	70,38



### C. Kerangka Teori



#### D. Kerangka Konsep



Keterangan :

- ▶ = Diteliti
- .....▶ = Tidak diteliti