

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian Air**

Air secara kimiawi mempunyai formula ( $H_2O$ ) yang terdiri dari 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen. Air dapat ditemukan dalam fase padat, cair, dan gas. Air dengan tekanan 76 cmHg (1 atm), jika didinginkan dengan suhu  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  air akan menjadi padat dalam keadaan murni bersifat netral (Pandia, 1995).

Di dalam tubuh manusia hampir setiap bagiannya adalah air, hampir 50 – 70% dari seluruh berat badan. Hampir seluruh organ mengandung air, 80% dari darah dan ginjal, 22% dari tulang, 75% urat syaraf, 70% dari hati, dan 75% dari otot adalah air. Selain itu, sebagai indikator kualitas kesehatan manusia adalah banyak air yang dikonsumsi. Semakin banyak air yang dikonsumsi maka semakin baik untuk kesehatan tubuh. Kehilangan air sebanyak 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian (Soemirat, 1994).

#### **B. Macam – macam Air**

##### **1. Air Limbah**

Air limbah adalah air yang tidak bersih atau mengandung zat-zat yang membahayakan bagi makhluk hidup dan lingkungan sekitarnya. Air limbah dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga, industri, dan perusahaan yang tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai atau laut. Dalam pengolahan limbah ini mempunyai skema diantaranya adalah

a. *Pre-treatment (primary treatment)*

Yaitu secara fisika seperti koagulasi-flokulasi, oksidasi, presipitasi, filtrasi dan teknologi membran guna menghilangkan *suspended solid* dan materi-materi kasar.

b. *Secondary treatment*

Menggunakan proses fisika seperti sedimentasi, dan straining yang bertujuan untuk menghilangkan kadungan organik terlarut.

c. *Tertiary treatment (advance treatment)*

Menggunakan proses kimia dan biologi untuk menghilangkan nutrisi (Nitrogen dan Phosphate) atau bahan-bahan pencemar spesifik lainnya yang tidak dapat dihilangkan pada pengolahan tingkat sebelumnya.

d. *Sludge Handling*

Menggunakan proses fisika, kimia, dan biologi guna mengolah lumpur yang dihasilkan dalam proses sebelumnya sehingga siap dibuang ke lingkungan (Metcalf & Eddy, 2003).

## **2. Air Permukaan**

Air permukaan adalah sumber air yang berasal dari tanah yang mempunyai kualitas kurang baik jika langsung dikonsumsi, maka dari itu perlu adanya pengolahan terlebih dahulu. Air tanah terbentuk dari resapan air hujan yang turun juga bisa, dari mata air dan campuran dari resapan air hujan dan mata air sehingga menghasilkan air tanah. Air permukaan terbagi menjadi dua, yaitu;

a. Air Sungai

Sebagai salah satu sumber air minum air sungai ini mempunyai kualitas derajat pengotor yang tinggi, maka diperlukan sebuah pengolahan yang sempurna sehingga dapat dikonsumsi menjadi air minum. Air sungai ini mempunyai debit yang sangat besar, sehingga dapat mencukupi kebutuhan sebagai sumber air bersih dan air minum.

b. Air Rawa atau Danau

Air rawa ini berwarna kecoklatan, yang disebabkan oleh zat-zat organik yang membusuk seperti humus yang larut dalam air sehingga memberi warna kuning agak kecoklatan. Warna tersebut disebabkan adanya pembusukan maka dalam keadaan  $O^2$  yang kurang kadar logam berat seperti Fe dan Mn tinggi. Dalam pemanfaatannya air danau atau rawa ini dapat dijadikan sumber listrik yang berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Air (Wiharyanto, 2012).

### 3. Air Tanah

Air tanah merupakan segala jenis air yang terletak dibawah bumi (lapisan tanah). Menyumbang sekitar 0,6 % dari total air di bumi, menjadikan air tanah lebih banyak daripada air sungai maupun air danau juga air yang berada di atmosfer. Air tanah dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. Salah satu sumber air tanah adalah dari resapan air hujan yang turun ke bumi, air ini kontak dengan zat-zat organik maupun anorganik dan beberapa dapat larut dalam air (Sanropie, 1984).

#### **4. Air Bersih**

Air bersih adalah air yang menjadi kebutuhan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang telah memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitasnya yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi, dan radiologis, sehingga jika dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Kesehatan & Indonesia, 1990).

#### **5. Air minum**

Menurut PERMENKES RI No. 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, yang dimaksud air minum adalah air yang melalui proses atau tanpa melalui proses yang memenuhi persyaratan kesehatan dan dapat langsung diminum serta tidak menimbulkan gangguan kesehatan atau efek samping apapun (Kesehatan & Indonesia, 2010).

#### **6. Air Tanah Sebagai Sumber Air Baku**

Air tanah terjadi akibat perkembangan geologi dan tanah, penggambaran, dan keadaan yang membatasi tanah dan bentuk batuan dimana terjadi perkolasi air. Pembentukan air tanah ini tergantung kepada aktifitas alam, iklim, dan kondisi lingkungan. Kualitas air merupakan kualitas air yang sangat penting bagi air tanah. Air dalam memiliki kualitas rendah. Air di alam mengandung material terlarut ataupun tersuspensi yang mengakibatkan kualitas air tidak baik untuk digunakan sebagai pemenuhan air bersih (Septian, 2013).

Jumlah luasan air tanah berbanding lurus dengan lahan resapan air, perbedaan antara jumlah air hujan dan yang menguap, dan aliran yang melintas.

Di samping itu, aliran air mengalir ke dalam area yang berpori dan masuk melewati kulit bumi dan berbentuk air tanah. Sumber air tanah bisa berasal dari dua sumber, yaitu berasal dari air hujan yang menyerap pada komposisi lapisan tanah dan formasi batu kemudian terkumpul air tanah (Warlena, 2011).

Air tanah terdiri dari mata air, sumur dan air yang berasal dari tertangkapnya aliran oleh lapisan aquifer. Polusi pada mata air ini biasanya terletak pada titik penangkapan. (Mettcalf-eddy, 2003) Hal ini dapat dicegah dengan:

- a. Menyekat keluarnya mata air sekelilingnya dengan rapat,
- b. Mengatur aliran *run off* yang melalui sumber mata air sehingga air yang mengalir tidak masuk ke mata air. Air yang berasal resapan (infiltrasi) adalah bermula pada air yang mengalir dipermukaan seperti sungai yang berketinggian, akan ditangkap oleh area infiltrasi terakumulasi menjadi tanah. Air tanah juga dapat terkumpul dari tangkapan air atau ranjau air.

## **C. Besi (Fe)**

### **1. Definisi besi (Fe)**

Besi ditemukan dalam bentuk kation ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) dan ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Pada perairan alami dengan nilai pH sekitar 7 dan mempunyai kadar oksigen yang cukup, ion ferro mudah larut dioksidasi menjadi ion ferri. Proses oksidasi ini terjadi pelepasan elektron. Sebaliknya, pada reduksi ferri menjadi ferro terjadi penangkapan elektron. Proses oksidasi dan reduksi besi melibatkan oksigen dan hidrogen. Dan pada pH sekitar 7 ion Fe akan berikatan dengan ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) membentuk  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  yang bersifat tidak larut dan mengendap. Pada kondisi

pH yang tinggi Fe akan melarut kembali dan ditemukan dalam bentuk koloid  $\text{Fe}(\text{OH})^+$  (Eckenfelder, 2000).

Besi merupakan logam yang mudah mengalami proses korosi atau perkaratan apabila teroksidasi oleh udara. Korosi merupakan perusakan atau degradasi logam akibat reaksi antar satu logam dengan berbagai zat-zat di lingkungan sekitar yang menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang tidak dikehendaki. Proses korosi pada logam besi disebabkan karena terjadi reaksi kimia antar besi dengan oksigen di udara (Septian, 2013).

## **2. Manfaat besi (Fe)**

Besi (Fe) digunakan untuk bahan pembuatan baja, alloy besi dan karbon. Alloy besi dengan krom akan meningkatkan daya tahan dan mampu mencegah korosi pada stainless steel. Alloy besi dengan nikel akan digunakan untuk meningkatkan daya tahan terhadap panas dan asam. Logam besi juga digunakan sebagai katalisator dalam reaksi nitrogen yang berasal dari udara dan hidrogen dari gas alam metana. Pencemaran Fe dapat berasal dari proses industri yang biasanya dalam bentuk debu Fe-oksida. Efek toksik Fe dapat mengakibatkan deposisi dalam paru-paru (Widowati *dkk.*, 2008).

Kadar besi dalam air yang teroksidasi berwarna kecoklatan dan tidak larut mengakibatkan penggunaan air tidak terbatas. Air tidak dapat lagi digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, cucian dan industri. Kadar besi dalam air dapat berasal dari larutan batu-batuan yang mengandung senyawa Fe seperti Pyrite. Dalam buangan limbah industri kandungan besi berasal dari korosi pipa-pipa air mineral logam sebagai hasil reaksi elektro kimia yang terjadi pada perubahan air

yang mengandung padatan larut mempunyai sifat menghantarkan listrik dan ini mempercepat terjadinya korosi (Ginting, 2007).

### 3. Sifat dan sumber besi (Fe)

Pada pH 7,5-7,7 ion ferri mengalami oksidasi dan berikatan dengan hidroksida membentuk  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  yang bersifat tidak larut dan mengendap (presipitasi) di dalam perairan, membentuk kemerahan pada substrat dasar. Oleh karena itu, besi hanya ditemukan pada perairan yang berada kondisi aerob (anoksik) dan bersifat asam (Efendy, 2003).

Sumber besi di alam adalah Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ), Hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), limonite [ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ], goethite ( $\text{HFeO}_2$ ), dan ochre ( $\text{FeOH}_3$ ). Senyawa besi pada umumnya bersifat larut dan cukup banyak terdapat didalam tanah. Besi juga terdapat sebagai senyawa siderite ( $\text{FeCO}_3$ ) yang bersifat mudah larut dalam air (Efendy, 2003).

Kadar besi pada perairan alami berkisar antara 0,05-0,2 mg/L, jika kadar besi lebih dari 1,0 mg/L dianggap membahayakan bagi kehidupan organisme akuatik. Air yang digunakan untuk minum sebaiknya memiliki kadar besi kurang dari 0,3mg/L, dan perairan yang digunakan bagi keperluan pertanian sebaiknya memiliki kadar besi kurang dari 20mg/L (Efendy, 2003).

Apabila kadar besi terlarut dalam air melebihi 0,3 mg/L akan menyebabkan berbagai masalah, yaitu;

#### a. Gangguan Teknis

Endapan Fe (OH) bersifat korosif pada pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga akan mengakibatkan tersumbatnya aliran air dan

juga efek-efek yang dapat merugikan seperti mengotori bak, wastefle, dan juga kloset.

b. Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh besi yang terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, dan rasa. Air akan terasa aneh atau tidak enak bila dikonsumsi jika konsentrasinya melebihi 1,0 mg/L.

c. Gangguan Kesehatan

Senyawa besi dalam jumlah yang kecil atau ideal dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentukan sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Akan tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat membahayakan kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mensekresi Fe, sehingga mereka yang sering mendapat transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Iritasi pada mata dan kulit juga disebabkan karena terkontaminasi oleh kandungan Fe yang tinggi. Selain rasa dan bau tidak enak (seperti telur busuk), air minum yang mengandung Fe berlebih akan menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi dan dalam dosis yang besar dapat merusak dinding usus. Jika sudah merusak dinding usus, maka sering kali dapat menimbulkan kematian (Slamet, 2011).

**D. Standar Kualitas Air Bersih dan Air Minum**

Ada beberapa standar kualitas air antara lain yaitu nasional dan internasional. Standar yang bersifat nasional hanya berlaku untuk suatu negara yang menetapkan standar tersebut sedangkan standar internasional berlaku untuk



semua negara yang sudah mempunyai atau belum mempunyai standar kualitas air. Negara-negara tersebut dapat menetapkan standar kualitas dengan berpedoman pada standar internasional, serta menyesuaikan dengan kondisi dan situasi negara yang bersangkutan. Satu pertimbangan dalam pengembangan kualitas air olahan adalah kemungkinan standar kualitas air diubah atau dimodifikasi dimasa depan. Perubahan masa depan mungkin akan mempengaruhi reabilitas dan fleksibilitas suatu proses pengolahan air yang ditetapkan agar memenuhi standar yang lebih ketat (Wiharyanto, 2012).

Terdapat beberapa Standar kualitas air minum yang ada didunia, antara lain

1. World Health Organization's European Standards for Drinking Water, tahun 1961
2. World Health Organization's Internasional Standards for Drinking Water, tahun 1963
3. Public Health Service Drinking Water Standards, tahun 1962
4. American Water Works Association Quality Goals for Potable Water, tahun 1968 (Sutrisno, 1987).

Standar kualitas air bersih yang berlaku di Indonesia saat ini adalah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, Sedangkan standar kualitas air minum adalah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Air bersih atau air minum harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut.

### 1. Syarat Fisik

Air bersih atau minum hendaknya tidak boleh berwarna, berbau, berasa, suhunya  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  dari suhu ruang, nilai TDS tidak lebih dari 500 mg/l, dan kekeruhannya kurang dari 5 NTU.

### 2. Syarat Kimia

Air bersih atau minum tidak boleh mengandung racun, mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah yang melampaui batas baku mutu.

### 3. Syarat Biologis

Air bersih atau minum tidak boleh mengandung bakteri atau penyakit (pathogen) sama sekali dan tidak boleh mengandung bakteri golongan E.Coli dan total coliform melebihi batas baku mutu yaitu 0 Coli/100/ml air (Kesehatan & Indonesia, 2010).

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
<b>A. Fisika</b>				
1	Bau	-	-	
2	Jumlah zat padatan terlarut (TDS)	mg/L	1000	
3	Kekeruhuan	NTU	5	
4	Rasa	-	-	Tidak Berasa
5	Suhu	OC	Suhu Udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	
6	Warna	Skala TCU	15	
<b>B. Kimia</b>				
a. Kimia Anorganik				
1	Air Raksa	mg/L	0,001	
2	Alumunium	mg/L	0,2	
3	Arsen	mg/L	0,05	
4	Barium	mg/L	1	
5	Besi	mg/L	0,3	
6	Florida	mg/L	1,5	

Sumber : PERMENKES/416/MENKES/PER/IX/ 1990

Tabel 2.2 Persyaratan Air Minum

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
<b>A. Fisik</b>				
1	Bau	-	-	
2	Jumlah zat padatan terlarut (TDS)	mg/L	500	
3	Kekeruhuan	NTU	5	
4	Rasa	-	-	Tidak Berasa
5	Suhu	°C	Suhu Udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	
6	Warna	Skala TCU	15	
<b>B. Kimiawi</b>				
1	Alumunium	mg/L	0,2	
2	Besi	mg/L	0,3	
3	Kesdahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	500	
4	Klorida	mg/L	250	
5	Mangan	mg/L	0,4	

*Sumber : PERMENKES/492/MENKES/PER/IV 2010*

## **E. Pengolahan Air Bersih dan Air Minum**

Pengolahan air didefinisikan sebagai operasi teknis yang dilakukan terhadap air baku agar menjadi air bersih yang memenuhi persyaratan kualitas sebagai air bersih atau air minum dengan menggabungkan beberapa proses pengolahan (Tambo, 1974). Pengolahan air bertujuan untuk mengurangi konsentrasi dari masing-masing polutan dalam air sehingga aman untuk digunakan. Menurut Reynolds (1982), unit operasi dan unit proses yang digunakan dalam pengolahan air bersih adalah sebagai berikut :

### **1. Pengolahan secara fisik**

Proses pengolahan secara fisik ada beberapa proses yaitu :

#### a. Prasedimentasi

Merupakan proses pengendapan *grit* secara gravitasi sederhana tanpa adanya penambahan zat kimia koagulan apapun. Kegunaannya adalah untuk melindungi peralatan mekanis bergerak, salah satunya adalah aerasi. Multiple tray aerator merupakan reaktor yang biasa digunakan sebagai salah satu proses aerasi, karena tidak memakan biaya yang banyak dan desainnya yang sederhana sehingga masyarakat dapat mengoperasikannya.

#### b. Sedimentasi

Proses ini menggunakan prinsip berat jenis, yang bertujuan untuk mengendapkan partikel-partikel koloid yang sudah didestabilisasi oleh proses sebelumnya yaitu flokulasi. Pada masa kini proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi dalam suatu Waste Treatment Plant (WTP) ada yang dibuat tergabung menjadi sebuah proses yang disebut aselator.

#### c. Filtrasi

Proses filtrasi bertujuan untuk menyaring suspensi-suspensi yang ada pada air tersebut. Proses filtrasi dapat dilakukan dengan teknologi membran, selain itu bisa juga menggunakan media lain seperti pasir, kerikil dan lainnya. Dalam teknologi membran proses filtrasi ini menggunakan beberapa jenis yaitu Multi Media Filter, UF (Ultrafiltration) System, NF (Nanofiltration) System, MF (Microfiltration) System, RO (Reverse Osmosis) System.

## 2. Pengolahan secara kimia

#### a. Koagulasi

Koagulasi adalah proses perubahan cairan atau larutan menjadi gumpalan-gumpalan lunak baik secara keseluruhan maupun hanya sebagian. Karena pada dasarnya sumber air biasanya berbentuk koloid dengan berbagai yang terkandung didalamnya. Tujuan proses ini adalah untuk memisahkan air dengan pengotor yang terlarut. Proses destabilisasi ini dapat dilakukan secara fisik dengan rapid mixing, hidrolis, maupun secara mekanis.

#### b. Flokulasi

Flokulasi adalah kumpulan dari partikel-partikel kecil dan koloid yang membentuk seperti filtrat pada saringan yang lolos (flok). Flokulasi mulai segera terbentuk setelah setelah destabilisasi di zona pencampuran atau setelah adanya guncangan. Bertujuan untuk memperbesar flok dan dilakukan pengadukan lambat juga kondisi air yang harus tenang.

#### c. Desinfeksi

Desinfeksi dilakukan setelah proses koagulasi dan flokulasi, masih terdapat zat pengotor yang tersisa kemungkinan bakteri dan kuman. Maka diperlukan penambahan senyawa kimia untuk mematikan kuman tersebut. Chlor, ozonisasi, UV, pemabasan dan lain-lain biasa digunakan untuk penambahannya sebelum masuk ke reservoir (AWWA, 2004).

### **3. Pengolahan secara biologi**

Pengolahan secara biologi, air yang diolah bukanlah air baku untuk keperluan sehari-hari. Melainkan air buangan (air limbah) yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga hingga kegiatan industri. Proses pengolahan air limbah ini dengan memanfaatkan mikroorganisme. Mikroorganisme ini dimanfaatkan untuk

mengurai bahan organik yang terkandung dalam air limbah menjadi bahan yang lebih sederhana dan tidak berbahaya. Pemanfaatan mikroorganisme disebabkan karena mikroorganisme memiliki enzim, dan enzim inilah yang berfungsi untuk mengurai bahan organik tersebut. Jenis mikroorganisme yang umum digunakan adalah bakteri (Metcalf & Eddy, 2003).

Berikut ini adalah alternatif pengolahan air dari beberapa parameter kualitas air yang dipertimbangkan dalam pengolahan air.

Tabel 2.3. Alternatif pengolahan air

No.	Parameter	Alternatif Pengolahan
<b>A. Fisik</b>		
1	Warna	Koagulasi Adsorpsi GAC, PAC, resin sintetik Oksidasi dengan <i>chlorine</i> , permanganat, dan <i>chlorine dioxide</i>
2	Kekeruhan	Prasedimentasi (air dengan kekeruhan tinggi) Koagulasi dan Flokulasi Sedimentasi
3	pH	Filtrasi Netralisasi
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	Prasedimentasi (air dengan kekeruhan tinggi) Koagulasi dan Flokulasi Sedimentasi Filtrasi
<b>B. Kimia</b>		
5	Zat Organik	<i>Reverse Osmosis</i> <i>Ion Exchange</i> <i>Air Stripping</i> Adsorpsi Karbon Oksidasi Koagulasi Oksidasi
6	Besi dan Mangan	Transfer gas (Aerasi) <i>Chemical Precipitation</i> <i>Ion Exchange</i>

Sumber : Buku Ajar Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum (Wiharyanto, 2012)

## **F. Aerasi**

Aerasi merupakan salah satu cara pengolahan air bersih yang bersifat pengolahan secara fisika, dengan cara penambahan udara atau oksigen didalam air dengan cara menyemprotkan air keudara atau dengan memberikan gelembung-gelembung udara yang halus pada dasar permukaannya. Aerasi dipilih karena tidak memerlukan tempat yang luas, bentuk dan desainnya sederhana dan mudah dioperasikan (Rahmawati, 2010).

Tipe aerator terbagi menjadi empat, yaitu

1. Gravity aerator
2. Spray aerator
3. Diffuser
4. Mechanical Aerator (Rahmawati, 2010).

Gravity aerator masih menjadi peluru ampuh yang digunakan untuk pengolahan, karena desainnya yang mudah dirancang dan dapat dibuat secara permanen (Said, 2005).

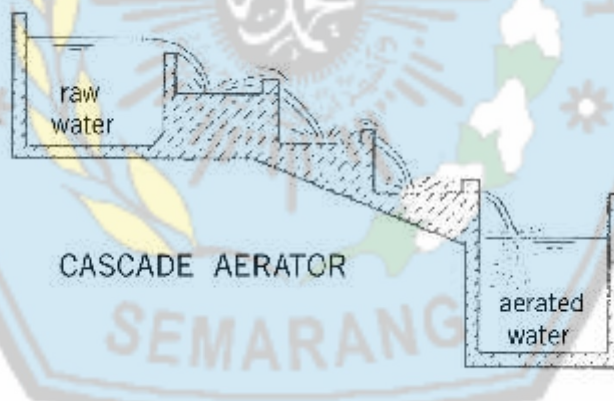
### **1. Jenis-jenis gravity aerator**

Aerator mempunyai jenis dan kegunaan yang berbeda, aerator gravity misalnya. Merupakan aerator menggunakan gaya gravitasi bumi untuk bersentuhan dengan udara. Pada pengolahan air, aerator ini menjadi senjata utama bagi perusahaan tersebut. Selain mudah untuk membuatnya, juga dari segi harga sangat murah dan ekonomis. Menurut Qasim 2000, ada beberapa jenis gravity aerator untuk pengolahan air adalah sebagai berikut :

a. *Cascade Aerator*

Merupakan salah satu dari tipe gravity aerator yaitu jenis aerasi yang cara kerjanya berdasarkan daya gravitasi. Air yang akan diaerasikan akan mengalir secara gravitasi karena beda ketinggian dari step satu ke step selanjutnya dalam Cascade Aerator. Pada setiap step akan terjadi kontak antara Fe dalam air dengan oksigen sehingga terjadi reaksi oksidasi. Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4-6 step dan setiap step mempunyai ketinggian 30 cm dengan kapasitas 0,01 m<sup>3</sup>/detik per m<sup>2</sup>, untuk menghilangkan putaran (turbulen) guna menaikkan efisiensi aerasi, hambatan sering ditepi peralatan pada setiap step. Keuntungannya adalah tidak memerlukan perawatan dan bisa dibuat permanen.

Gambar 2.1. *Cascade aerator*



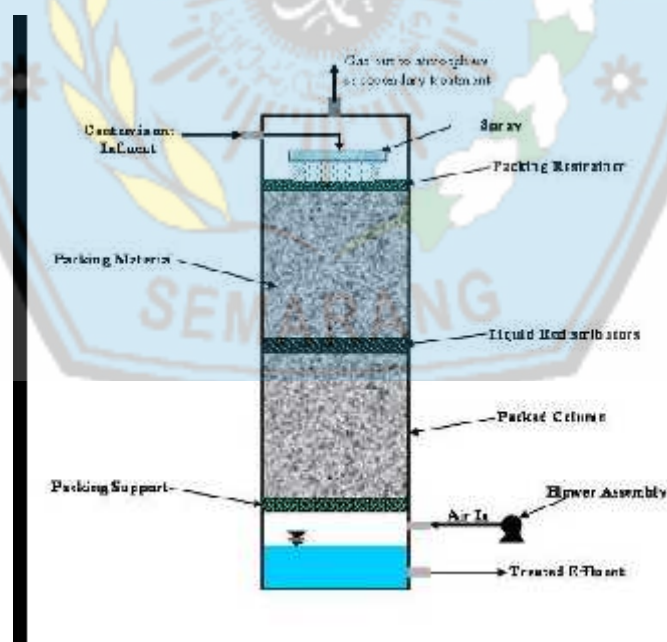
Sumber : [www.appropedia.org/Original:/Original:Slow\\_sand\\_filtration\\_water\\_treatment\\_plants](http://www.appropedia.org/Original:/Original:Slow_sand_filtration_water_treatment_plants)



### b. *Packing Tower*

Merupakan tipe aerasi yang populer untuk menyisihkan kandungan pelarutnya yang mudah menguap dari media tanah. Desainnya mirip seperti tabung dengan ketinggian sampai 12 meter yang dilengkapi dengan distributor dibagian atas yang bertujuan untuk menyebarkan air secara merata. Air kemudian didorong keatas menggunakan udara yang berada dibagian bawah tower untuk memaksimalkan bersentuhan dengan udara. Sistem instalasi ini sering dibuat secara permanen namun bisa juga dibuat disebuah trailer portable agar mudah untuk dibawa kemana-mana. Biaya dasar paada sistem ini bisa dikatakan mahal, karena menggunakan energi listrik yang cukup besar untuk menghasilkan blower udara dan menjalankan pompa.

Gambar 2.2. *Packing Tower*

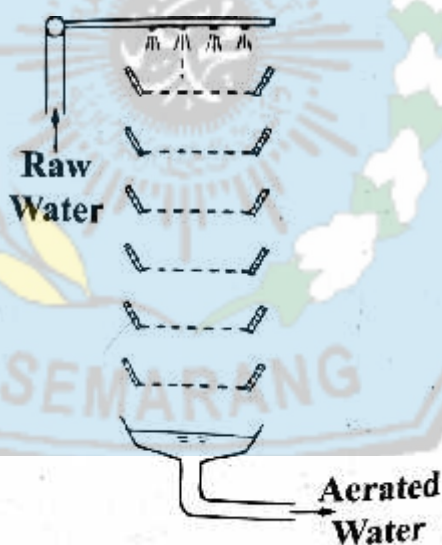


Sumber : <https://iaspub.epa.gov/tdb/pages/treatment/treatmentOverview>

c. *Multiple Tray Aerator*

Merupakan proses aersi dengan menjatuhkan air dari sebuah nampan yang disusun bertingkat dan nampan bagian bawahnya penuh dengan lubang-lubang dengan diameter yang kecil. Air yang mengandung Fe akan jatuh dari satu nampan ke nampan selanjutnya akan kontak dengan udara sehingga terjadi reaksi oksidasi. Biasanya pada setiap nampan diberi keriil untuk menambah penyebaran air yang lebih halus dan pada bak penampungan akhirnya (resevoir) pada bagian atasnya diberi lidi ijuk untuk menghilangkan warna kecoklatan (Rahmawati, 2010). Pada penelitian ini, peneliti menggunakan tray sebanyak 3 tingkat, untuk lebih jelasnya terdapat pada halaman 35.

Gambar 2.3. *Multiple Tray Aerator*



Sumber : <https://www.kullabs.com/class-engineering/civil-engineering/water-supply-engineering/water-treatment/water-treatment-disinfection-and-miscellaneous-treatment>

### G. Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS)

Spektroskopi Serapan Atom (SSA) adalah spektrofotometer atom yang pertama kali direkomendasikan untuk menganalisa adanya logam dalam sampel yang berasal dari lingkungan. Dalam AAS, dapat mengukur serapan sampel oleh seberkas sinar yang melalui kumpulan atom-atom, dan serapan tersebut akan bertambah dengan bertambahnya jumlah atom yang menyerap sinar tersebut. Sinar tersebut bersifat monokromatis dan mempunyai panjang gelombang tertentu. Suatu atom unsur X hanya bisa menyerap sinar yang panjang gelombangnya sesuai dengan unsur X tersebut. Artinya, sifat menyerap sinar ini merupakan sifat yang khas (spesifik) bagi unsur X tersebut. Misalnya logam berat Cu menyerap sinar dengan panjang gelombang 589,0 nm sedangkan Pb menyerap sinar dengan panjang gelombang 217,0 nm. Dengan menyerap sinar khas, atom tersebut tereksitasi (elektronterluar dari atomya tereksitasi ketingkat energi yang lebih tinggi) (AAS Handbook, 2003).

Hubungan antara serapan yang dialami oleh sinar dengan konsentrasi analit dalam larutan standar bisa dipergunakan untuk menganalisa larutan sampel yang tidak diketahui, yaitu dengan mengukur serapan yang diakibatkan oleh larutan sampel tersebut terhadap sinar yang sama. Biasanya terdapat hubungan yang linear antara serapan (A) dengan konsentrasi (c) dalam larutan yang diukur dan koefisien absorbansi (a).

$$A = a \cdot b \cdot c$$

Dari hukum Lambert-Beer atau Bouguer-Beer yang mengatakan bahwa “Bila cahaya monokromatis dilewatkan pada media transparan maka

berkurangnya intensitas cahaya yang ditransmisikan sebanding dengan ketebalan (b) dan konsentrasi larutan”. Cara sederhana untuk menemukan konsentrasi unsur logam dalam cuplikan adalah dengan membandingkan nilai absorbansi ( $A_x$ ) dari cuplikan dengan absorbansi zat standart yang diketahui konsentrasinya (AAS Handbook, 2003).

Komponen-komponen Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

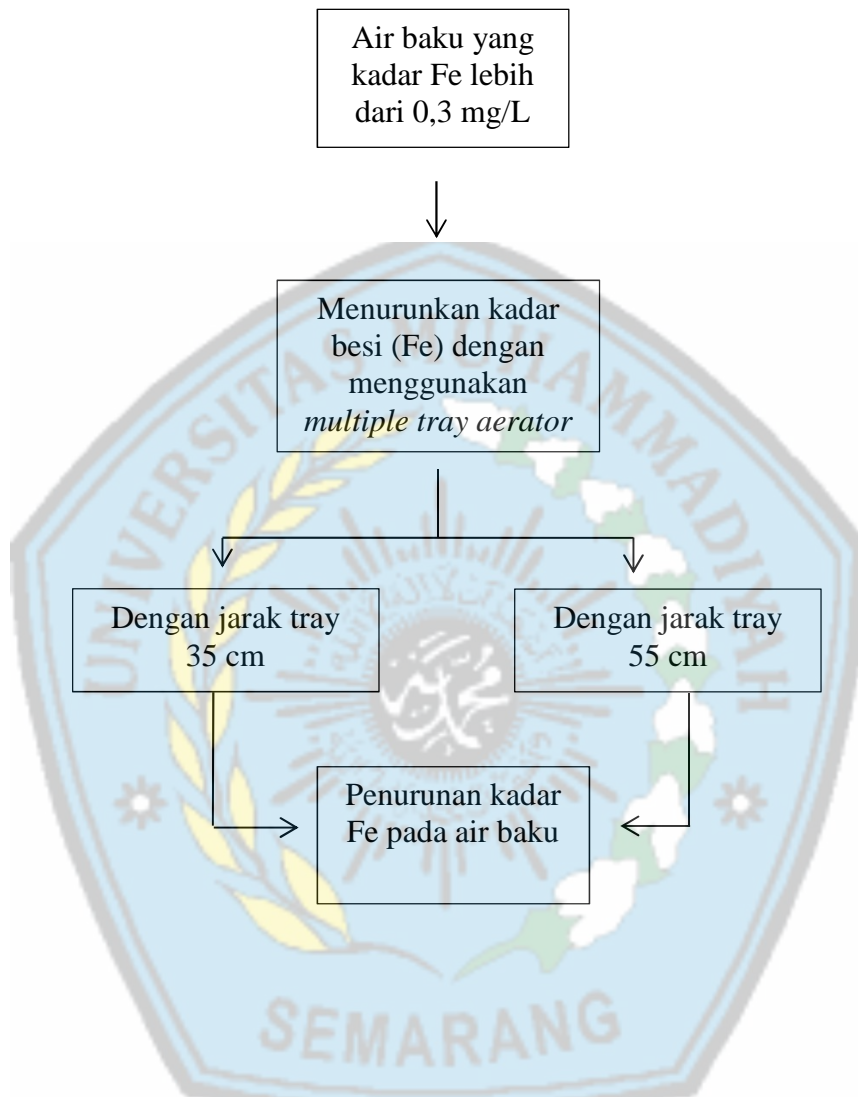
1. Lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp*)
2. Ruang pengkabutan (*Spray Chamber*)
3. Pembakaran (*Burner*)
4. Monokromator dan Slit (Peralatan optik)
5. Gas asetilen dan Kompresor
6. Detektor (AAS Handbook, 2003).

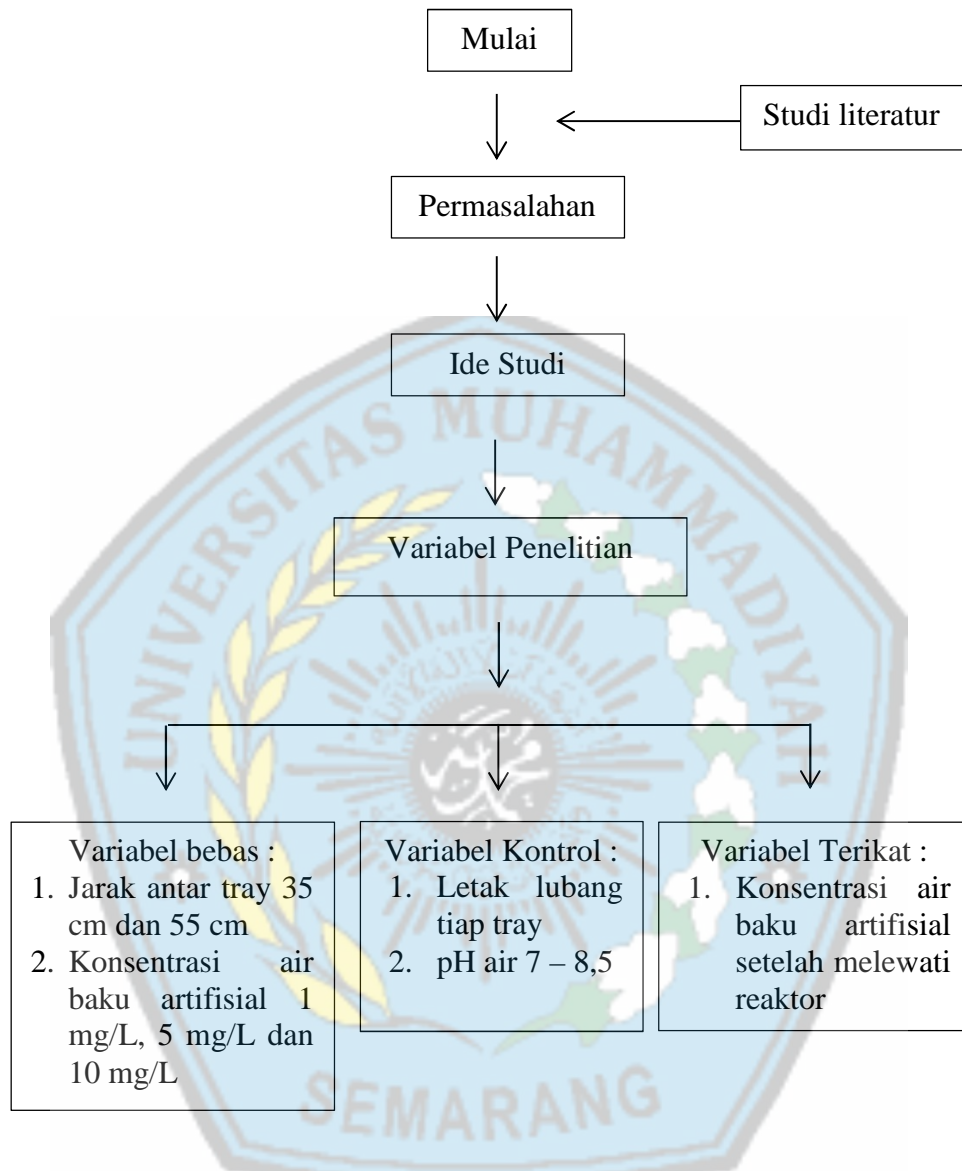
#### **H. Anova satu arah (one ways)**

Anova satu arah digunakan bila variabel yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Walaupun tujuan anova adalah menguji perbedaan *mean*, namun perhitungan dalam anova didasarkan pada *variance*. Ada tiga bagian pengukuran variabilitas pada data yang akan dianalisis dengan anova, yaitu

- a. Variabilitas antarkelompok (*between treatments variability*)
- b. Variabilitas dalam kelompok (*Within treatments variability*)
- c. Jumlah kuadrat penyimpangan total (*total sum of squares*)

## I. Kerangka Teori



**J. Kerangka konsep**

### **K. Hipotesis**

Menurut Hartono (2012), hipotesis penelitian adalah jawaban sementara terhadap masalah penelitian, yang kebenarannya masih harus diuji secara empiris.

**Hi** : Ada pengaruh jarak antar tray dan variasi konsentrasi Fe awal terhadap penurunan kadar Fe dalam air baku artifisial

