

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

##### **1. Pengertian air**

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia, tanpa air tidak akan ada kehidupan di bumi. Sedangkan yang dimaksud air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Permenkes RI No.416/Menkes/PER/IX/1990).

Air adalah zat cair yang tidak mempunyai rasa, warna dan bau, terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus  $H_2O$ . Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat (UU No7 pasal 1 ayat 2 Tahun 2004).

##### **2. Sumber air**

Menurut Sutrisno (2010: 14-17) sumber air dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu:

a. Air laut

Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini maka air laut tak memenuhi syarat untuk air minum.

b. Air hujan

Air hujan merupakan menyubliman awan/ uap air air murni yang ketika turun dan melalui udara akan melarutkan benda-benda yang terdapat di udara, gas ( $O_2$ ,  $CO_3$ ,  $N_2$  dan lain-lain), jasad renik dan debu. Air hujan terbentuk dari butiran-butiran proses penguapan dari air, vegetasi, hewan maupun dari tubuh manusia yang berada di permukaan bumi yang melayang sebagai awan, terdiri dari udara lembab yang mengalami pengembunan, sehingga mengalami tingkat kejenuhan dan jatuh ke permukaan bumi sebagai air hujan. Air hujan merupakan air yang memiliki sifat agresif, terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal tersebut dapat mempercepat korosi (karatan). Selain itu air inipun bersifat lunak sehingga akan boros terhadap penggunaan sabun.

a. Air permukaan

Air permukaan adalah air yang mengalir di permukaan bumi. Air ini berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, kemudian mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah melalui celah-celah sesuai topografi wilayah yang di lewatinya. Pada umumnya air permukaan mudah terkontaminasi oleh bahan-bahan

percemaran, sehingga air ini banyak mengandung bakteri, zat-zat kimia dan zat lainnya yang bersifat merusak. Air ini dapat berupa air parit, air sungai, air danau, air bendungan, air waduk, air rawa dan air laut.

b. Air tanah

Sutrisno (2010: 17-18) menyatakan air tanah terbagi menjadi dua jenis yaitu: air tanah dangkal dan air tanah dalam.

1) Air tanah dangkal

Air tanah dangkal adalah air tanah yang terdapat di atas lapisan kedap air pertama, biasanya terletak tidak terlalu dalam di bawah permukaan tanah. Air tanah terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur yang ada di dalam tanah ini akan tertahan begitupun dengan bakterinya, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang melalui unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah dalam hal ini berfungsi sebagai saringan. Di samping penyaringan pengotoran juga masih terus berlangsung terutama pada muka air yang lebih dekat dengan muka tanah, setelah bertemu dengan muka dengan lapisan rapat air, air akan terkumpul menjadi air tanah dangkal yang dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur gali. Air tanah dangkal biasanya terdapat pada kedalaman 15 meter. Sebagai salah satu

sumber yang dimanfaatkan untuk air minum, air dipandang cukup baik, sedangkan untuk kuantitasnya tidak terlalu banyak tergantung pada musim yang ada dilingkungan sekitarnya. Jika terjadi musim penghujan maka debit airnya akan meningkat, begitupun sebaliknya, debit air akan berkurang jika terjadi musim kemarau. Bahkan pada beberapa jenis tanah seringkali terjadi kekeringan pada sumur dangkal.

## 2) Air tanah dalam

Air tanah dalam terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama, kualitas air tanah dalam pada umumnya lebih baik dari air dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas bakteri. Susunan unsur-unsur kimia tergantung pada lapisan-lapisan tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur, maka air itu akan menjadi sadah, karena mengandung Ca dan Mg. Jika batuan granit, maka air itu lunak dan agresif karena mengandung gas  $\text{CO}_2$  dan Mn ( $\text{HCO}_2$ ).

### 3. Persyaratan penyediaan air bersih

#### a. Persyaratan Kualitas Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan,

sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum (Permenkes No 32 Tahun 2017).

Tabel 2. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut (Total Dissolved Solid)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	suhu udara $\pm$ 3
5.	Rasa		tidak berasa
6.	Bau		tidak berbau

Tabel 3. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
2.	E. coli	CFU/100ml	0

Tabel 4. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
4.	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05
9.	Benzene	mg/l	0,01
10.	Zat organik (KMNO <sub>4</sub> )	mg/l	10

#### 4. Logam besi (Fe) dalam air

Besi yang dikenal dengan nama ferrum (Fe) secara kimia besi merupakan logam yang cukup reaktif karena dapat bersenyawa dengan unsur-unsur lain seperti unsur halogen, belerang, fosfor, karbon, oksigen dan silikon. Fe berada dalam tanah dan batuan sebagai ferioksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan ferihidroksida (Fe(OH)<sub>3</sub>). Besi dalam air berbentuk ferobikarbonat (Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), ferohidroksida (Fe(OH)<sub>2</sub>), ferosulfat (FeSO<sub>4</sub>) dan besi organik kompleks. Air tanah mengandung besi terlarut berbentuk ferro (Fe<sup>2+</sup>). Jika air tanah dipompakan keluar dan kontak dengan udara (oksigen) maka besi (Fe<sup>2+</sup>) akan teroksidasi menjadi ferihidroksida (Fe(OH)<sub>3</sub>) (Retno, 2013).

Di dalam air minum besi (Fe) dapat berpengaruh seperti tersebut di bawah ini (Oktiawan, dkk., 2007) :

- a. Menimbulkan penyumbatan pada pipa. Secara langsung oleh deposit (tubercule) yang disebabkan oleh endapan besi sedangkan secara tidak langsung, disebabkan oleh kumpulan bakteri besi yang hidup di dalam pipa, karena air yang mengandung besi, disukai oleh bakteri besi. Selain itu kumpulan bakteri ini dapat meninggikan gaya gesek (losses) yang juga berakibat meningkatnya kebutuhan energi. Selain itu pula apabila bakteri tersebut mengalami degradasi dapat menyebabkan bau dan rasa tidak enak pada air.
- b. Besi dalam konsentrasi yang lebih besar dan beberapa mg/l, akan memberikan suatu rasa pada air yang menggambarkan rasa logam, atau rasa obat.
- c. Keberadaan besi juga dapat memberikan kenampakan keruh dan berwarna pada air dan meninggalkan noda pada pakaian yang dicuci dengan menggunakan air ini, oleh karena itu sangat tidak diharapkan pada industri kertas, pencelupan/textil dan pabrik minuman.
- d. Meninggalkan noda pada bak-bak kamar mandi dan peralatan lainnya (noda kecoklatan disebabkan oleh besi dan kehitaman oleh mangan).
- e. Endapan logam ini juga yang dapat memberikan masalah pada sistem penyediaan air secara individu (sumur).

- f. Pada ion *exchanger* endapan besi yang terbentuk, seringkali mengakibatkan penyumbatan atau menyelubungi media pertukaran ion (resin), yang mengakibatkan hilangnya kapasitas pertukaran ion.
- g. Menyebabkan keluhan pada konsumen (seperti kasus “*red water*”) bila endapan besi dan mangan yang terakumulasi di dalam pipa, tersuspensi kembali disebabkan oleh adanya kenaikan debit atau kenaikan tekanan di dalam pipa/sistem distribusi, sehingga akan terbawa ke konsumen.
- h.  $\text{Fe}^{2+}$  juga menimbulkan *corrosive* yang disebabkan oleh bakteri golongan *Crenothric* dan *Clonothrix*.

Zat besi (Fe) merupakan suatu komponen dari berbagai enzim yang mempengaruhi seluruh reaksi kimia yang penting di dalam tubuh meskipun sukar diserap (10-15%). Besi juga merupakan komponen dari hemoglobin yaitu sekitar 75% yang memungkinkan sel darah merah membawa oksigen dan mengantarkannya ke jaringan tubuh. Kelebihan zat besi (Fe) bisa menyebabkan keracunan dimana terjadi muntah, kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, mudah marah, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, *cardiomyopathies*, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, kulit kehitam – hitaman, sakit kepala, gagal hati, hepatitis, mudah emosi, hiperaktif, hipertensi, infeksi, insomnia, sakit liver, masalah mental, rasa logam di mulut, *myasthenia gravis*, mual, mudah gelisah dan iritasi, parkinson, rematik, *sikoprenia*, sariawan perut, *sickle-cell anemia*, keras kepala,



strabismus, gangguan penyerapan vitamin dan mineral, serta hemokromatis (Parulian, 2009).

Besi (Fe) dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan haemoglobin sehingga jika kekurangan besi (Fe) akan mempengaruhi pembentukan haemoglobin tersebut. Besi (Fe) juga terdapat dalam serum protein yang disebut dengan “transferin” berperan untuk mentransfer besi (Fe) dari jaringan yang satu ke jaringan lain. Besi (Fe) juga berperan dalam aktifitas beberapa enzim seperti sitokrom dan flavo protein. Apabila tubuh tidak mampu mengekskresikan besi (Fe) akan menjadi akumulasi besi (Fe) karenanya warna kulit menjadi hitam (Rumapea, 2009). Debu besi (Fe) juga dapat diakumulasi di dalam alveoli menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru. Kekurangan besi (Fe) dalam diet akan mengakibatkan defisiensi yaitu kehilangan darah yang berat yang sering terjadi pada penderita tumor saluran pencernaan, lambung dan pada menstruasi. Defisiensi besi (Fe) menimbulkan gejala anemia seperti kelemahan, fatigue, sulit bernafas waktu berolahraga, kepala pusing, diare, penurunan nafsu makan, kulit pucat, kuku berkerut, kasar dan cekung serta terasa dingin pada tangan dan kaki (Siregar, 2009).

## **5. Cara menurunkan Fe dalam air**

Kadar Fe dalam air yang melebihi ambang batas maksimum dapat menyebabkan masalah apabila air tetap digunakan. Maka dari itu perlu dilakukan proses pengolahan untuk menurunkan kadar Fe dalam air agar

air aman saat digunakan. Proses pengolahan air dapat dilakukan dengan berbagai cara, tergantung pada rencana dan tujuan penggunaan air itu sendiri. Terdapat berbagai cara pengolahan yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar Fe dalam air (Ahmad Jauhari, 2009).

a. Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut. Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan air minum. Aplikasi utama dari sedimentasi pada instalasi pengolahan air minum adalah (SNI 6773-2008) :

- 1) Pengendapan awal dari air permukaan sebelum pengolahan oleh unit saringan pasir cepat.
- 2) .Pengendapan air yang telah melalui proses prasedimentasi sebelum memasuki unit saringan cepat.
- 3) Pengendapan air yang telah melalui proses penyemprotan desinfektan pada instalasi yang menggunakan pipa dosing oleh alum, soda, NaCl, dan chlorine.
- 4) Pengendapan air pada instalasi pemisahan besi dan mangan. Pengendapan yang terjadi pada bak sedimentasi dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dari partikel dan kemampuan dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Keempat kelas itu adalah:

- a) Pengendapan Tipe I (Free Settling)
- b) Pengendapan Tipe II (Flocculent Settling)
- c) Pengendapan Tipe III (Zone/Hindered Settling)
- d) Pengendapan Tipe IV (Compression Settling)

Menurut penelitian Ahmad Jauhari (2009) lama waktu pengendapan sangat berpengaruh terhadap penurunan Fe. Dalam penelitian tersebut lama waktu pengendapan antara 4 jam dan 6 jam lebih efektif menggunakan lama waktu pengendapan 4 jam.

b. Aerasi

Zat besi dalam air biasanya terlarut dalam bentuk senyawa atau garam bikarbonat, garam sulfat, hidroksida dan juga dalam bentuk koloid atau dalam keadaan bergabung dengan senyawa organik. Oleh karena itu cara pengolahannya pun harus disesuaikan dengan bentuk senyawa besi dalam air yang akan diolah. Adanya kandungan alkalinity ( $\text{HCO}_3^-$ ) yang cukup besar dalam air akan menyebabkan senyawa besi berada dalam bentuk senyawa ferro bikarbonat  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ , oleh karena  $\text{CO}_2$  lebih stabil daripada  $(\text{HCO}_3^-)$  maka senyawa bikarbonat cenderung berubah menjadi senyawa karbonat:  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{CO}_3)_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  Dari reaksi tersebut dapat dilihat jika  $\text{CO}_2$  berkurang maka reaksi akan bergeser kekanan dan selanjutnya reaksi akan menjadi sebagai berikut:  $\text{FeCO}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2$  Hidroksida besi II ( $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ) mempunyai kelarutan yang besar sehingga jika terus dilakukan oksidasi dengan udara atau

aerasi akan terjadi reaksi ion sebagai berikut:  $4 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{H}^+$  Sesuai dengan reaksi tersebut maka untuk mengoksidasi setiap 1 mg/liter zat besi dibutuhkan 0,14 mg/liter oksigen. Pada pH rendah, kecepatan oksidasi besi dengan oksigen (udara) relatif lambat, sehingga pada praktiknya untuk mempercepat reaksi dilakukan dengan cara menaikkan pH air yang akan diolah.

Salah satu cara untuk menghilangkan zat besi dalam air yakni dengan oksidasi dengan udara atau aerasi. Ada beberapa jenis aerator yang biasa digunakan untuk pengolahan air minum antara lain *cascade aerator*, *multiple plat form aerator*, *spray aerator*, *bubble aerator (pneumatic system)* dan *multiple tray aerator*. Aerasi adalah memaksimalkan kontak antara air dengan udara yang bertujuan menambah oksigen, sehingga semakin bertambahnya waktu injeksi udara ke dalam air baku akan semakin memaksimalkan terjadinya kontak air dengan udara sehingga oksigen terlarut akan semakin banyak. Aerasi" merupakan salah satu proses dari transfer gas yang lebih dikhususkan pada transfer oksigen dari fase gas ke fase cair. Fungsi utama aerasi dalam pengolahan air adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air, serta membantu pengadukan air.

Aerasi dipergunakan pula untuk menghilangkan kandungan gas-gas terlarut, oksidasi kandungan besi dalam air, mereduksi

kandungan ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi dan untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut agar air terasa lebih segar (Findo, 2013).

1) Penyisihan rasa dan bau.

Aerasi mempunyai keterbatasan dalam hal penyisihan rasa dan bau. Sebagian besar rasa dan bau disebabkan oleh bahan yang sangat larut dalam air, sehingga aerasi kurang efisien dalam menyisihkan rasa dan bau ini dibandingkan dengan metoda pengolahan lain, misalnya oksidasi klorinasi atau adsorpsi.

2) Penyisihan besi dan mangan.

Penyisihan besi dan mangan dapat dilakukan dengan proses oksidasi. Aplikasi aerasi dalam proses ini dapat memberikan cukup banyak oksigen untuk berlangsungnya reaksi. Proses ini biasanya digunakan pada air tanah yang kebanyakan mempunyai kandungan oksigen terlarut yang rendah. Oleh karena itu, aerasi dalam aplikasi ini akan menghasilkan endapan dan meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut. Mangan sering kali tidak dapat teroksidasi pada pH normal. Peningkatan pH sampai 8,5 dapat memperbesar oksidasi mangan, khususnya jika digunakan menara aerator.

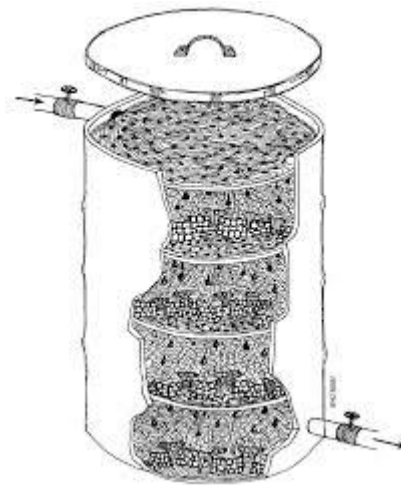
#### Macam-macam Metoda Aerasi

Menurut Informasi Kesling (2016) macam-macam metode aerasi sebagai berikut:

1) Waterfall aerator ( aerator air terjun).

Pengolahan air aerasi dengan metoda Waterfall/Multiple aerator seperti pada gambar, susunannya sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruang yang kecil.

### Multiple Tray Aerator



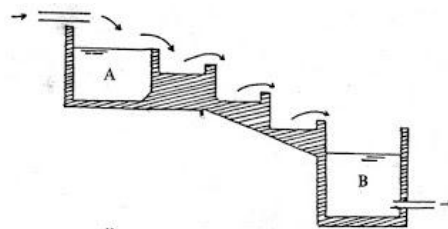
Gambar 1. Multiple Tray Aerator

Jenis aerator terdiri atas 4-8 tray dengan dasarnya penuh lobang-lobang pada jarak 30-50 cm. Melalui pipa berlobang air dibagi rata melalui atas tray, dari sini percikan-percikan kecil turun kebawah dengan kecepatan kira-kira 0,02 m /detik per m<sup>2</sup> permukaan tray. Tetesan yang kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap tray berikutnya. Tray-tray ini bisa dibuat dengan bahan yang cocok seperti lempengan-lempengan absetos cement berlobang-lobang, pipa plastik yang berdiamter kecil atau lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel.

## 2) Cascade Aerator

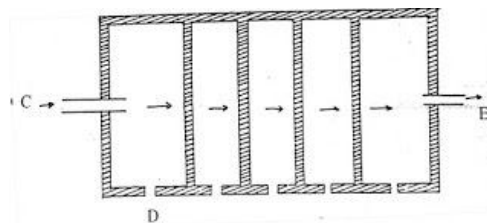
Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4-6 step/tangga, setiap step kira-kira ketinggian 30 cm dengan kapasitas kira-kira ketebalan 0,01 m<sup>3</sup> /det per meter<sup>2</sup>. Untuk menghilangkan gerak putaran (turbulence) guna menaikkan effisien aerasi, hambatan sering ditepi peralatan pada setiap step. Dibanding dengan tray aerators, ruang ( tempat ) yang diperlukan bagi casade aerators agak lebih besar tetapi total kehilangan tekanan lebuuh rendah. Keuntungan lain adalah tidak diperlukan pemeliharaan.

### Cascade Aerator



Gambar 2. Cascade Aerator

### Cascade Aerator Tampak Atas



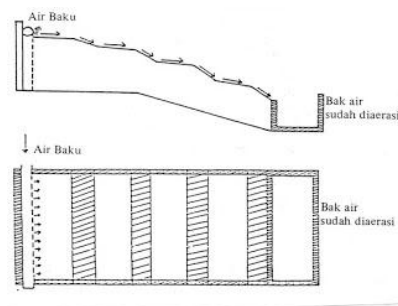
Gambar 3. Cascade Aerator Tampak Atas

## 3) Sumberged Cascade Aerator

Aerasi tangga aerator seperti pada gambar di bawah ini penangkapan udaranya terjadi pada saat air terjun dari lempengan-

lempengan trap yang membawanya. Oksigen kemudian dipindahkan dari gelembung-gelembung udara ke dalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi dalam 3-5 step. Kapasitas bervariasi antara 0,005 dan 05 m<sup>3</sup> /det per meter luas.

### Sumberged Cascade Aerator

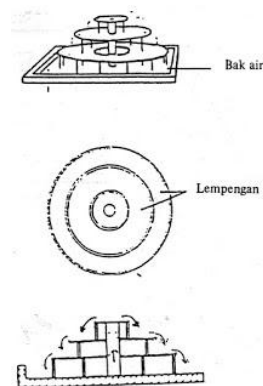


Gambar 4. Sumberged Cascade Aerator

#### 4) Multiple Plat Form Aerator

Memakai prinsip yang sama, lempengan-lempengan untuk menjatuhkan air guna mendapatkan kontak secara penuh udara terhadap air.

### Multiple Plat From Aerator



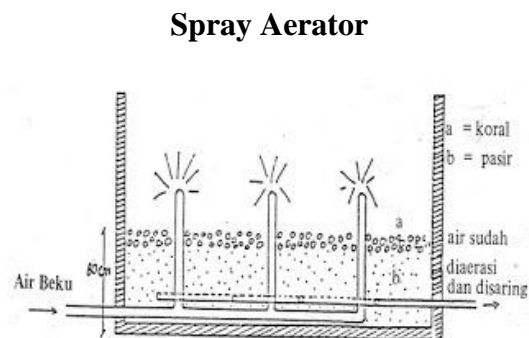
Gambar 5. Multiple Plat From Aerator



### 5) Spray Aerator

Terdiri atas nosel penyemprot yang tidak bergerak (Stationary nozzles) dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara sekeliling pada kecepatan 5-7 m /detik. Spray aerator sederhana dierlihatkan pada gambar, dengan pengeluaran air kearah bawah melalui batang-batang pendek dari pipa yang panjangnya 25 cm dan diameter 15 -20 mm. piringan melingkar ditempatkan beberapa centimeter di bawah setiap ujung pipa, sehingga bisa berbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi tetesan-tetesan yang halus.

Nosel untuk spray aerator bentuknya bermacam-macam, ada juga nosel yang dapat berputar-putar



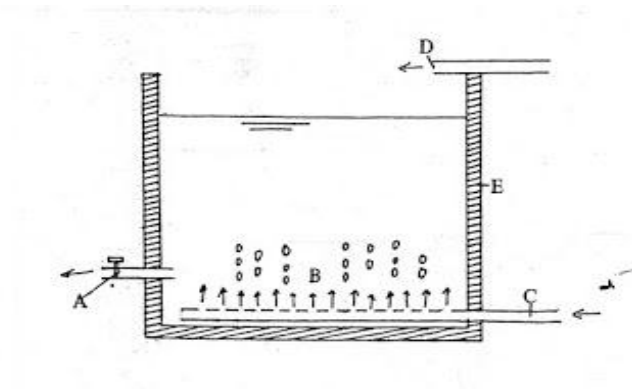
Gambar 6. Spray Aerator

### 6) Aerator Gelembung Udara

Bubble aerator jumlah udara yang diperlukan untuk aerasi bubble (aerasi gelembung udara) tidak banyak, tidak lebih dari 0,3

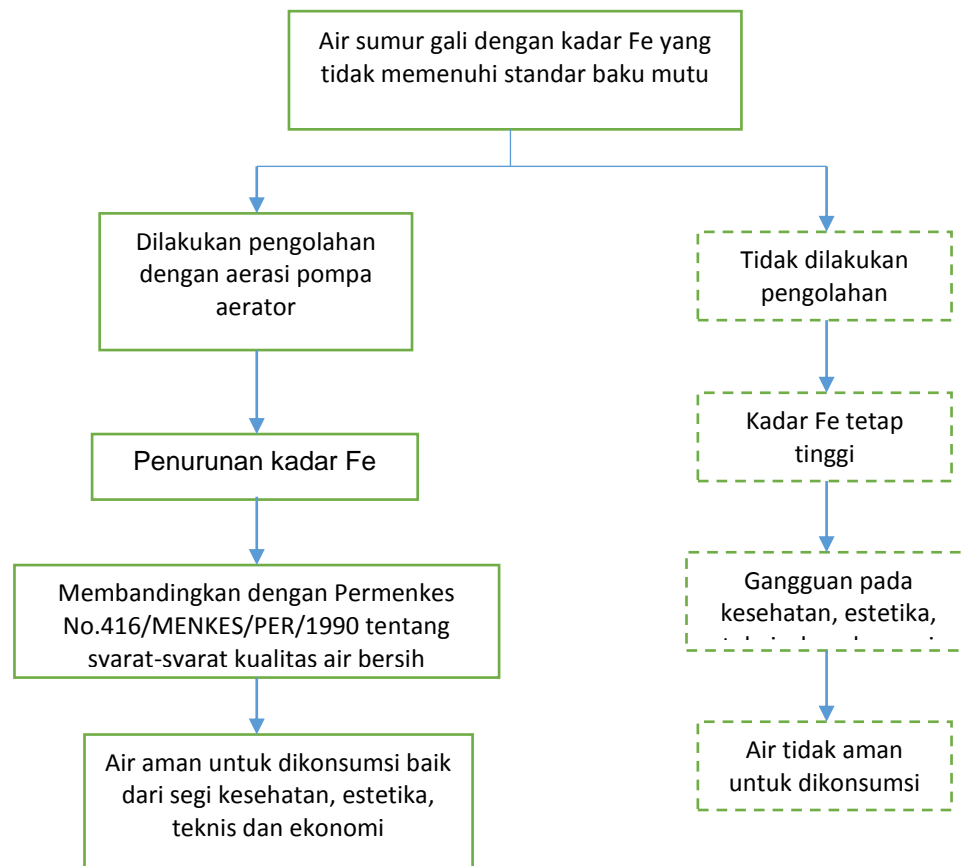
–  $0,5 \text{ m}^3 \text{ udara/m}^3 \text{ air}$  dan volume ini dengan mudah bisa dinaikan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bak air yang akan diaerasi.

### Bubble Aerator



Gambar 7. Bubble Aerator

## B. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 8. Kerangka Konsep

Keterangan :

: Diteliti

: Tidak Diteliti

## C. Hipotesis

### 1. Hipotesis mayor

Ada penurunan kadar Fe terlarut dalam air sumur gali di Dusun Bantul Krajan dengan metode pengolahan air aerasi gelembung pompa aerator.

## 2. Hipotesis minor

- a. Ada perbedaan penurunan kadar Fe terlarut dalam air sumur gali di Dusun Bantul Krajan setelah pengolahan air aerasi gelembung pompa aerator dengan variasi lama waktu aerasi 5 menit, 10 menit, dan 15 menit.
- b. Kadar Fe air sumur gali di Bantul Krajan setelah dilakukan pengolahan dengan metode aerasi gelembung pompa aerator memenuhi standar baku mutu air bersih.