

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Baku**

Air baku merupakan salah satu bahan dasar dalam proses pengolahan air minum yang diambil dari sumber-sumber yang memenuhi standar baku mutu. Sumber air baku harus tersedia dalam jumlah besar agar dapat memenuhi kebutuhan air minum daerah perencanaan. Penentuan sumber air baku untuk pengolahan harus mempertimbangkan data yang didapat melalui penelitian secara periodik antara 5 - 10 tahun (Kawamura, 1991). Air baku yang akan digunakan untuk proses pengolahan harus diperhatikan pula klasifikasi kelas badan air yang akan digunakan. Karena klasifikasi kelas yang berbeda juga mempengaruhi proses pengolahannya.

##### **2.1.1 Sumber Air Baku**

Sumber air baku yang dapat dioalah sebagai air minum yaitu:

###### **1. Air Tanah**

Karakteristik geologi seperti morfologi dan jenis batuan berikut luas pelamparan serta ketebalan lapisan, berakibat pada terbentuknya struktur lapisan kedap air dan lulus air. Berdasarkan sifat fisik air tanah dengan simpanan rendah dan mutu air yang asin atau payau sehingga tidak memenuhi persyaratan air minum (Astono, 2011).

###### **2. Air Permukaan**

Air permukaan merupakan air yang berada di permukaan, contohnya sungai, rawa, danau dan mata air. Sebagai sumber air baku untuk air minum, maka air permukaan harus memenuhi kualitas oksigen yang terlarut, pH yang sesuai, kandungan zat padat, kandungan bakteri, kehadiran zat beracun, temperatur dan parameter lainnya. Air permukaan yang banyak digunakan untuk sumber air baku pengolahan air minum adalah air sungai dan air danau (Astono, 2011).

### **2.1.2 Pemilihan Sumber Air Baku**

Menurut Droste (1997), dalam memilih sumber air baku harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Kualitas air baku
2. Volume (kuantitas) air baku
3. Kondisi iklim di daerah sumber air baku
4. Lokasi sumber air baku harus tetap, tidak mengalami kemungkinan pindah atau tertutup
5. Kontruksi intake yang memenuhi syarat dan kesulitan yang kecil
6. Kemungkinan perluasan intake di masa yang akan datang
7. Elevasi muka air sumber mencukupi
8. Kemungkinan timbulnya pencemar di masa yang akan datang
9. Fasilitas dan biaya operasi dan perawatan yang tersedia mencukupi

Pendekatan yang paling efektif untuk menentukan apakah suatu sumber air memenuhi persyaratan sebagai sumber air baku air minum adalah memilih sumber dengan kualitas yang baik. Kualitas dari sumber air baku haruslah diperhatikan karena berpotensi mengandung berbagai macam polutan.

### **2.1.3 Persyaratan dalam Penyediaan Air Baku**

#### **1. Persyaratan Kualitas**

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu dari air baku air bersih.

Persyaratan tersebut adalah sebagai berikut (Agustina, 2007):

#### **a. Persyaratan fisik**

Secara fisik, air bersih harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan memiliki suhu sama dengan suhu udara atau kurang lebih  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ .

#### **b. Persyaratan kimia**

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan antara lain adalah pH, total solid, zat organik, CO<sub>2</sub> agresif, kesadahan, kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), chlorida (Cl), nitrit, flourida (F), dan logam berat.

c. Persyaratan biologis

Air bersih tidak boleh mengandung kuman patogen dan parasitik yang mengganggu kesehatan. Persyaratan biologis ditandai dengan tidak adanya bakteri *E. coli* dalam air.

d. Persyaratan radioaktif

Air bersih tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan radioaktif, misalnya sinar alfa, beta, dan gamma.

2. Persyaratan Kuantitas (Debit)

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih masyarakat bervariasi, tergantung pada letak geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi, dan skala perkotaan tempat tinggalnya (Agustina, 2007).

3. Persyaratan Kontinuitas

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam sehari atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia. Akan tetapi, kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan

dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jamperhari, yaitu pada jam-jam aktivitas kehidupan sekitar pukul 06.00–18.00.

Sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya dalam jumlah yang tidak ditentukan. Oleh karena itu, diperlukan reservoir pelayanan dan fasilitas energi yang siap setiap saat. Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kecepatan dalam pipa tidak boleh melebihi 0,6–1,2 m/s.

Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi (Agustina, 2007).

## **2.2 Bangunan Pengolahan Air Minum**

### **2.2.1 Bar screen**

Pada umumnya *screen* dilakukan pada tahap awal dalam pengolahan. Saringan sebagai penggunaan umum dapat dipakai untuk memisahkan berbagaimacam benda padat dengan ukuran besar yang terdapat pada air baku, misalnya seperti kertas, plastik, kayu dan lainnya. *Screen* atau saringan dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu saringan kasar dan saringan halus. Saringan kasar diletakkan pada awal proses. Tipe yang umumnya digunakan antara lain *bar rack* atau *bar screen*, *coarse woven-wire screen* dan *communitor*. Saringan halus memiliki bukaan 2,3 – 6 mm, halus pembersihannya dilakukan secara mekanis. Beberapa tipe *screen* yang sangat halus juga telah dikembangkan untuk dipakai pada pengolahan sekunder (Said, 2017).

Bar screen terdiri dari batang baja yang dilas pada kedua ujungnya terhadap dua batang baja horizontal. Penggolongan bar screen yaitu

saringan kasar, saringan halus dan saringan sedang yang tergantung berdasarkan jarak antar batang (bar). Saringan halus memiliki rentang jarak antar batang 1,5-13 mm, saringan sedang memiliki rentang jarak antar batang 13-25 mm, dan saringan kasar jarak antar batang 32-100 mm. Saringan halus terdiri atas fixed screen dan movable screen . Fixed atau ststic screen dipasang permanen dengan posisi vertikal, miring atau horizontal. Movable screen harus dibersihkan secara berkala. Beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam merencanakan bar screen antara lain adalah :

- a) Kecepatan atau kapasitas rencana
- b) Jarak antar bar
- c) Ukuran bar (batang)
- d) Sudut inklinasi
- e) Headloss yang diperbolehkan (Said, 2017)

### **2.2.2 Intake**

*Intake* adalah bangunan penangkap air dari sumber air baku yang berasal dari air permukaan (sungai atau danau). Fungsinya adalah untuk mengambil air baku dari air permukaan dan dialirkan ke unit - unit pengolahan. Bangunan *intake* menurut cara pengambilannya dibedakan menjadi dua jenis pembagiannya, yaitu terbagi dua (Kawamura, 1991):

#### A. *Intake* gravitasi

*Intake* gravitasi adalah bangunan penangkap air dari sumber yang menggunakan prinsip gravitasi.

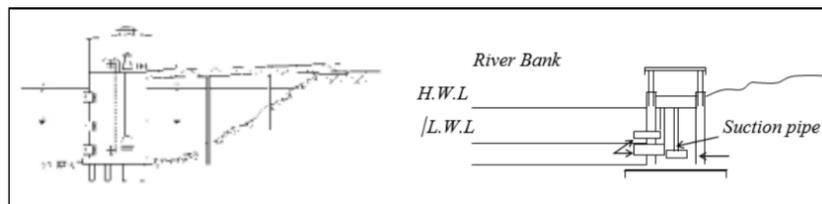
#### B. *Intake* pemompaan

*Intake* pemompaan adalah bangunan penangkap air dari sumber yang menggunakan bantuan pompa. Selain itu berdasarkan sumber air permukaannya, bangunan *intake* juga dapat 6 dibagi atas (Kawamura, 1991). Salah satu intake yang digunakan yaitu *river intake*. kriteria pemilihan lokasi *river intake* adalah sebagai berikut:

- a) Kualitas air;

- b) Kemungkinan perubahan yang terjadi
- c) Minimasi efek negatif;
- d) Adanya akses yang baik guna perawatan dan perbaikan(*maintenance*);
- e) Adanya tempat bagi kendaraan;
- f) Adanya lahan guna penambahan fasilitas pada masa yang akan datang ;
- g) Kuantitas air;
- h) Efek terhadap kehidupan aquatik di sekitarnya;
- i) Kondisi geologis.

Biasanya *intake* sungai diletakan di pinggir sungai. Lokasi perletakan *intake* dipilih pada daerah belokan sungai guna menghindari penumpukan sedimen. Tipe konstruksi *intake* yang digunakan umumnya pada *intake* sungai digunakan tipe *shore intake*. Selain itu ada juga yang menggunakan *tower intake*, *siphone well intake*, *suspended intake*, dan *floating intake*.



**Gambar 2.1** Intake dan River Intake

1. Mencari Debit tiap Intake

$$Q = \frac{Q \text{ kapasitas produksi}}{\Sigma \text{ pipa}}$$

Keterangan: Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

Σ pipa = jumlah pipa intake

2. Mencari Luas

$$A = \frac{Q \text{ pipa intake}}{v}$$

Penampang Pipa Inlet

Keterangan: A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

v = kecepatan (m/s)

3. Mencari Diameter Pipa Inlet

$$D = \left[ \frac{4 \times A}{\pi} \right]^{0,5}$$

Keterangan: D = diameter pipa (m)

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

4. Rumus umum kecepatan (v)

$$v = Q/A$$

Keterangan: v = kecepatan (m/s)

Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

5. Head Losses Mayor sepanjang Pipa

$$H_f = \left[ \frac{10,67 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \right] \times L$$

Keterangan: H<sub>f</sub> = Headlosses Mayor (m)

Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

L = Panjang Pipa (m)

C = Koefisien Kekasaran Pipa

D = Diameter Pipa (m)

6. Head Losses Minor (H<sub>m</sub>)

$$H_m = \frac{K \times v^2}{2g}$$

Keterangan: H<sub>m</sub> = minor losses (m)

k = koefisien kehilangan energi

v = kecepatan (m/s)

g = percepatan gravitasi (m<sup>2</sup>/s)

7. Mencari Slope Pipa

$$S_{HWL} = \frac{H_f}{L}$$

Keterangan: S = Slope pipa (m/m)

L = panjang pipa (m)

H<sub>f</sub> = head losses (m)

8. Jumlah Kisi pada Bar Screen (n)

$$D = n \times d \times (n+1) \times r$$

Keterangan: n = jumlah kisi

d = lebar batang kisi (m)

r = jarak antar kisi (m)

D = lebar screen (m)

### 9. Mencari Velocity Head (hv)

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

Keterangan:  $h_v$  = Velocity head (m)  
 $v$  = kecepatan (m/s)  
 $g$  = percepatan gravitasi ( $m^2/s$ )

### 10. Headloss melalui screen (Hf screen)

$$H_{f \text{ screen}} = \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} \times H_v \times \sin \alpha$$

Dimana:  $\beta$  = koefisien minor losses (m)  
 $w$  = lebar bar (cm)  
 $b$  = jarak antar bar (cm)

## 2.2.3 Prasedimentasi

Prasedimentasi biasa digunakan untuk menghilangkan partikel padat seperti kerikil dan pasir yang berasal dari air sungai sebelum dipompa ke unit pengolahan. Prasedimentasi merupakan salah satu unit pada bangunan pengolahan air minum yang umumnya digunakan sebagai pengolahan pendahuluan. Bentuk unit prasedimentasi yang umum digunakan adalah rectangular dan circular serta terdiri dari empat zona, yaitu zona inlet, zona pengendapan, outlet, dan zona lumpur. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengendapan adalah overflow rate,  $v_{\text{horizontal}}$  ( $v_h$ ), bilangan Reynold partikel, serta karakteristik aliran (Reynolds & Richards, 1996).

Bak pengendap pertama terdiri dari empat ruangan fungsional yaitu:

#### 1. Zona Inlet

Tempat memperhalus aliran transisi dari aliran influen ke aliran steady uniform di zona settling (aliran laminar).

#### 2. Zona Pengendapan

Tempat berlangsungnya proses pengendapan/pemisahan partikel-partikel diskrit di dalam air buangan.

#### 3. Zona Lumpur

Tempat menampung material yang diendapkan bersama lumpur endapan.

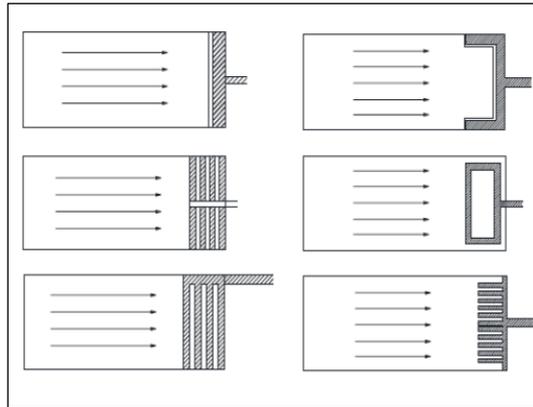
#### 4. Zona Outlet

Tempat memperhalus aliran transisi dari zona settling ke aliran efluen serta mengatur debit efluen (Qasim et al., 2000).

Menurut Metcalf & Eddy (2003) terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan untuk mendesain unit prasedimentasi, antara lain: detention time, overflow rate, average flow, peak hourly flow, dan weir loading.

Desain outlet biasanya terdiri dari pelimpah yang dirancang sedemikian rupa untuk mengurangi terjadinya aliran pendek. Weir loading rate adalah beban pelimpah (dalam hal ini debit air) yang harus ditanggung per satuan waktu dan panjangnya.

Berdasarkan sejumlah kriteria desain pada beragam sumber mengenai weir loading rate. Bahwa jika pada bak terjadi density current, weir loading rate diharapkan tidak terlalu besar karena dapat menyebabkan terjadinya penggerusan pada partikel yang mengendap di sekitar outlet, sehingga diharapkan weir loading rate dapat sekecil mungkin. Pada dasarnya satu pelimpah sudah cukup, namun jika hanya ada satu pelimpah, maka weir loading rate akan menjadi besar. Hal tersebut dapat mengganggu proses pengendapan, sebab terjadi aliran ke atas menjupelimpah dengan kecepatan cukup besar yang menyebabkan partikel yang bergerak ke bawah untuk mengendap terganggu. Terdapat beberapa alternatif untuk mendesain pelimpah agar luas yang dibutuhkan untuk zona outlet tidak terlalu besar dan beban pelimpah juga tidak terlalu besar.



**Gambar 2.2** Beragam Susunan Pelimpah Pada Outlet

(Sumber: Qasim et al., 2000)

#### 2.2.4 Aerasi

Aerasi adalah suatu proses penambahan udara/oksigen dalam air dengan membawa air dan udara ke dalam kontak yang dekat, dengan cara menyemprotkan air ke udara (air ke dalam udara) atau dengan memberikan gelembung-gelembung halus udara dan membiarkannya naik melalui air (udara ke dalam air). Sumber lain menjelaskan bahwa aerasi adalah suatu proses atau usaha dalam menambahkan konsentrasi oksigen yang terkandung dalam air limbah, agar proses oksidasi biologi oleh mikroba akan dapat berjalan dengan baik. Dalam melakukan proses Aerasi ini perlu menggunakan alat yang dinamakan aerator. Prinsip kerja alat ini adalah untuk menambahkan oksigen terlarut di dalam air tersebut. Kemudian yang menjadi tugas utama dari aerator ini adalah memperbesar permukaan kontak antara air dan udara. Adapun tujuan dari aerasi adalah 1. Penambahan jumlah oksigen 2. Penurunan jumlah karbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) dan 3. Menghilangkan hydrogen sulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ),methan ( $\text{CH}_4$ ) dan berbagai senyawa senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau. Hasil pengolahan air dengan metoda aerasi bermanfaat untuk menghasilkan air minum yang baik. Penurunan jumlah karbon dalam air sehingga bisa berbentuk dengan calcium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang dapat menimbulkan masalah. Aerasi secara luas telah digunakan untuk

pengolahan air yang mempunyai kandungan jumlah besi dan mangan terlalu tinggi zat tersebut memberikan rasa pahit pada air, menghitamkan pemasakan beras dan memberikan noda hitam kecoklat-coklatan pada pakaian yang dicuci. Oksigen yang berada di udara, melalui proses aerasi ini akan selanjutnya akan bereaksi dengan senyawa ferus dan manganous terlarut merubah menjadi ferric (Fe) dan maganic oxide hydrates yang tidak bisa larut. Setelah itu dilanjutkan dengan pengendapan (sendimentasi) atau penyaringan (filtrasi). Perlu 30 dicatat bahwa oksidasi terhadap senyawa besi dan mangan di dalam air yang kecil (waterfall) aerators/aerator air terjun). Atau dengan mencampur air dengan gelembung-gelembung udara (bubble aerator). Dengan kedua cara tersebut jumlah oxigen pada air bisa dinaikan 60 – 80% (dari jumlah oksigen yang tertinggi, yaitu air yang mengandung oksigen sampai jenuh) pada aerator air terjun ( waterfall aerator ) cukup besar bisa menghilangkan gas-gas yang terdapat dalam air.

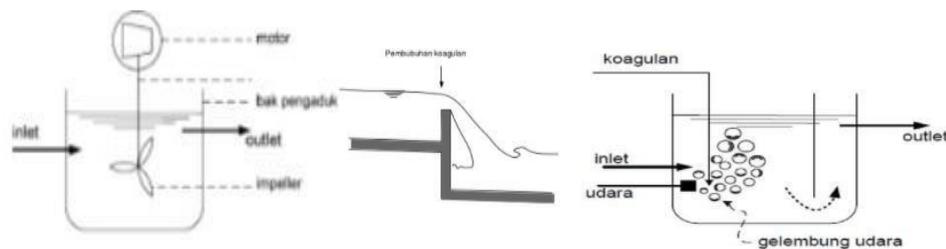
### **2.2.5 Koagulasi**

Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid dengan cara penambahan senyawa kimia yang disebut koagulan. Koloid mempunyai ukuran tertentu sehingga gaya Tarik menarik antara partikel lebih kecil daripada gaya tolak menolak akibat muatan listrik. Pada kondisi stabil penggumpalan partikel tidak terjadi dan Gerakan brown menyebabkan partikel tetap menjadi suspensi. Melalui koagulasi maka akan terjadi destabilisasi sehingga partikel koloid menyatu dan menjadi besar, sehingga partikel koloid yang awalnya sulit dipisahkan dari air menjadi mudah dipisahkan dengan menambahkan flokulasidan sedimentasi (Said, 2017).

Proses destabilisasi terjadi salah satunya akibat dari pengadukan cepat, pengadukan cepat bertujuan agar menghasilkan turbulensi pada air sehingga bahan kimia (koagulan) dapat didispersikan kedalam air. Secara umum pengadukan cepat ialah pengadukan yang dilakukan dengan gradien kecepatanyang besar (300 sampai 1000/s) selama 5 hingga 60

detik yang bergantung pada maksud serta tujuan dari pengadukan itu sendiri (Masduqi, 2016).

Menurut caranya, pengadukan cepat dibagi menjadi tiga cara, yaitu pengadukan mekanis, pengadukan hidraulis, dan pengadukan pneumatis. Pengadukan mekanis adalah metode pengadukan dengan memakai peralatan mekanis yang terdiri dari motor, poros pengaduk, dan alat pengaduk yang digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Pengadukan hidraulis adalah pengadukan yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga pengadukan yang dihasilkan dari energi hidraulis dari suatu aliran hidraulis yang dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau lompatan hidraulis pada suatu aliran. Sedangkan pengadukan pneumatis merupakan pengadukan yang memakai udara (gas) berbentuk gelembung sebagai tenaga pengadukan (Masduqi, 2016).



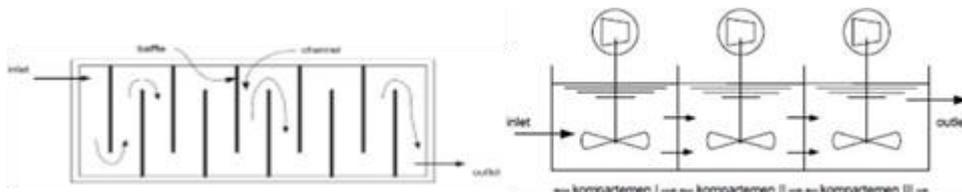
**Gambar 2.3** Pengadukan Mekanis, Hidraulis dan Pneumatis

Bahan kimia yang biasanya dipakai untuk proses koagulasi umumnya dibagi menjadi tiga golongan, yaitu zat koagulan, zat alkali dan zat pembantu koagulan. Zat koagulan dipakai untuk menggumpalkan partikel yang tersuspensi, zat warna, koloid dan lain-lain agar membentuk gumpalan partikel yang besar (flok). Sedangkan zat alkali dan zat pembantu koagulan berfungsi untuk mengatur pH agar kondisi air baku dapat menunjang proses flokulasi, serta membantu agar pembentukan flok dapat berjalan lebih efisien (Said, 2017).

## 2.2.6 Flokulasi

Pada hakikatnya flokulator adalah kombinasi antara pencampuran dan pengadukan sehingga flok-flok halus yang terbentuk pada bak pencampur cepat akan saling bertumbukan dengan partikel-partikel kotoran atau flok-flok yang lain sehingga terjadi gumpalan gumpalan flok yang semakin besar (Said, 2017).

Proses flokulasi berfungsi untuk membentuk flok-flok agar menjadi besar dan stabil sehingga dapat diendapkan dengan mudah atau disaring. Untuk proses pengendapan dan penyaringan, partikel-partikel kotoran halus maupun koloid yang ada dalam air baku harus digumpalkan menjadi flok-flok yang cukup besar dan kuat untuk diendapkan atau disaring. Proses pembentukan flok dimulai dari proses koagulasi sehingga terbentuk flok-flok yang masih halus. Flok tersebut kemudian akan saling bertumbukan dengan sesama flok atau dengan partikel kotoran yang ada dalam air baku sehingga akan menggabung membentuk gumpalan flok yang besar sehingga mudah mengendap. Umumnya pengadukan lambat dapat berupa pengadukan mekanis dengan memakai *impeller* atau berupa pengadukan hidraulis dengan *baffle channel* (Said, 2017).



**Gambar 2.4** Pengadukan lambat secara mekanis dan secara hidraulis

Dalam proses flokulasi beberapa hal berikut perlu diperhatikan :

1. Proses flokulasi harus sesuai dengan cara pengadukan yang dilakukan agar pembentukan flok dapat berjalan dengan baik dan efektif
2. Kecepatan pengadukan didalam bak flokulator harus bertahap dan kecepatannya makin pelan ke arah aliran keluar

3. Waktu pengadukan rata-rata 20-40 menit
4. Perencanaan peralatan pengadukan didasarkan pada perhitungan gradien kecepatan dalam bak flokulator. (Said, 2017).

### 2.2.7 Sedimentasi

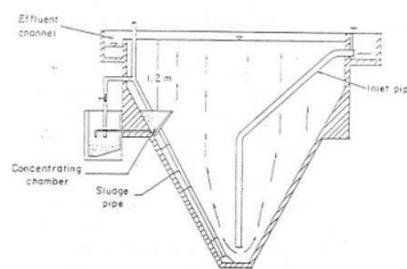
Sedimentasi merupakan pemisahan solid dan liquid dengan memakai pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid.

Sedimentasi pada pengolahan air ditujukan untuk :

1. Pengendapan air permukaan untuk penyisihan partikel diskrit
2. Pengendapan flok hasil koagulasi-flokulasi
3. Pengendapan lumpur hasil pembubuhan soda kapur pada proses penurunan kesadahan
4. Pengendapan presipitat padapenyisihan besi dan mangan dengan oksidasi

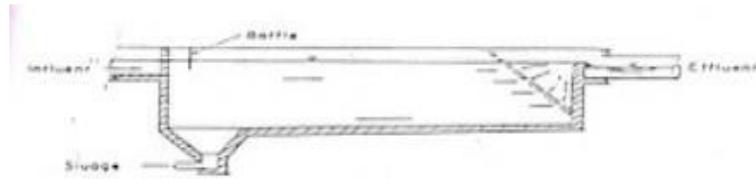
Berdasarkan bentuknya, bak sedimentasi dibagi menjadi tiga, yaitu :

1. Lingkaran (*circular*) – *center feed*, dimana air masuk melalui pipa menuju inlet bak di bagian tengah bak dan kemudian mengalir secara horizontal dari inlet menuju outlet di sekeliling bak



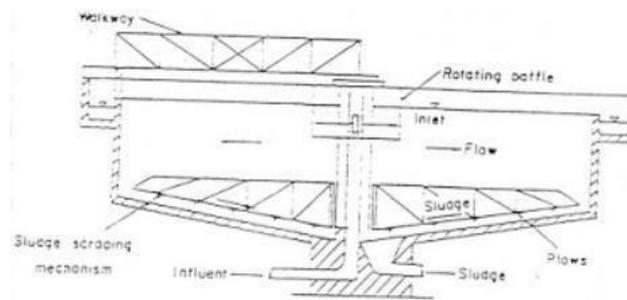
**Gambar 2.5** Bak Sedimentasi Circular Center Feed

2. Segi empat (*rectangular*), dimana air mengalir horizontal dari inlet menuju outlet, sementara partikel mengendap kebawah.



**Gambar 2.6** Bak Sedimentasi Rectangular

3. Lingkaran (*circular*) – *peripheral feed*, dimana air masuk melalui sekeliling lingkaran dan secara horizontal mengalir menuju ke outlet dibagian bawah lingkaran .



**Gambar 2.7** Bak Sedimentsi Circular

Sedangkan menurut tipenya, sedimentasi dibagi menjadi :

1. Sedimentasi tipe 1 yang ditujukan untuk mengendapkan partikel diskrit
2. Sedimentasi tipe 2 yang ditujukan untuk mengendapkan partikel flokulen
3. Sedimentasi tipe 3 yang ditujukan untuk mengendapkan lumpur biologis
4. Sedimentasi tipe 4 yang ditujukan untuk memampatkan partikel yang telah mengendap akibat dari berat partikel

Bak sedimentasi memiliki 4 bagian utama, yaitu bagian inlet, zona pengendapan, ruang lumpur dan zona outlet. Zona inlet merupakan tempat air masuk kedalam bak. Zona pengendapan merupakan tempat flok atau partikel mengalami proses

pengendapan, ruang lumpur merupakan tempat lumpur mengumpul sebelum keluar bak. Zona outlet merupakan tempat dimana air akan meninggalkan bak yang biasanya berbentuk pelimpah (*weir*)(Masduqi, 2016).

Untuk pengolahan air minum, sedimentasi yang umum digunakan yaitu sedimentasi tipe 2. Sedimentasi tipe 2 merupakan pengendapan partikel flokulan dalam air, dimana selama pengendapan terjadi saling interaksi antar partikel sehingga ukuran flok akan semakin besar dan pada akhirnya akan mengendap (Masduqi, 2016).

### **2.2.8 Filtrasi**

Filtrasi merupakan proses pemisahan zat padat dari suatu cairan yang membawanya dengan memakai medium berpori atau bahan berpori lain untuk menyisihkan zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Pada proses pengolahan air minum, filtrasi digunakan untuk menyaring hasil dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi sehingga menghasilkan air dengan baku mutu yang baik (Masduqi, 2016).

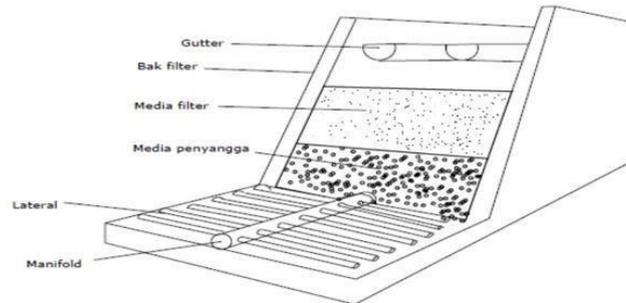
Berdasarkan tipenya, filtrasi dibagi menjadi filtrasi pasir cepat dan filtrasi pasir lambat. Filtrasi pasir lambat merupakan filter yang memiliki kecepatan filter yang lambat, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Filter ini cukup efektif digunakan untuk mereduksi kandungan bahan organik dan organisme patogen. Namun, kelemahan filter ini yaitu membutuhkan ukuran bed filter yang besar, kecepatan filter yang sangat lambat dan hanya efektif digunakan untuk mengolah air baku dengan kadar kekeruhan 50 NTU (Masduqi, 2016).

Sedangkan filter pasir cepat merupakan filter dengan kecepatan filtrasi yang cepat, yaitu sekitar 6-11 m/jam. Filter ini memiliki bagian-bagian sebagai berikut ;

1. Bak filter yang berfungsi sebagai tempat proses filtrasi berlangsung
2. Media filter yang berupa media dengan bahan berbutir tempat

berlangsungnya penyaringan

3. Sistem underdrain yang berfungsi sebagai system pengaliran air yang telah melewati proses filtrasi. Sistem underdrain terdiri atas orifice, lateral dan manifold (Masduqi, 2016)



**Gambar 2.8** Struktur Filter Pasir Cepat

### 2.2.9 Desinfeksi

Desinfeksi merupakan salah satu proses dalam pengolahan air minum yang berfungsi untuk membunuh organisme patogen yang masih terdapat dalam air olahan. Yang terjadi dalam proses ini adalah dengan membubuhkan bahan kimia yang mempunyai kemampuan membasmi bakteri patogen seperti klor. Dalam perencanaan ini digunakan bahan kimia klor sebagai desinfektan. Bak ini sebagai tempat kontak antara chlor dengan air hasil pengolahan sehingga persyaratan bakteriologis dapat terpenuhi. Senyawa chlor yang sering digunakan adalah  $\text{Ca}(\text{OCl}_2)_2$  yang ada dipasaran dikenal dengan kaporit. Senyawa ini mengandung kurang lebih 60% chlor. Untuk dapat merencanakan bak chlorinasi maka terlebih dahulu harus ditentukan dosis chlor yang dibutuhkan. Bak ini sebagai tempat pembubuhan desinfektan sehingga terjadi kontak antara air yang telah diolah dengan desinfektan. Chlorin  $\text{Ca}(\text{OCl}_2)_2$  merupakan salah satu desinfektan kimia yang umum digunakan dalam pengolahan air bersih maupun air buangan.

Karakteristik desinfektan yang baik:

1. Efektif membunuh mikroorganisme patogen
2. Tidak beracun bagi manusia/hewan domestik

3. Tidak beracun bagi ikan dan spesies akuatik lainnya
4. Mudah dan aman disimpan, dipindahkan, dibuang
5. Rendah biaya
6. Analisis yang mudah dan terpercaya dalam air
7. Menyediakan perlindungan sisa dalam air minum

Ada banyak hal yang mempengaruhi proses desinfeksi, diantaranya adalah

- a. oksidan kimia
- b. iradiasi
- c. pengolahan termal dan
- d. pengolahan elektrokimia.

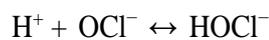
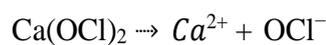
Jenis-jenis desinfeksi :

- Desinfeksi kimiawi, berupa oksidator seperti chlorine, ozon dan kaporit
- Desinfeksi fisik, misalnya sinar ultraviolet

#### 1. Desinfeksi Kimiawi

Desinfektan yang paling sering digunakan adalah kaporit ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) dan gaschlor ( $\text{Cl}_2$ ).

Pada proses desinfeksi menggunakan kaporit, terjadi reaksi persamaan sebagai berikut:



Sebagai suatu proses kimia yang menyangkut reaksi antara biomassa mikroorganisme perlu dipenuhi 2 syarat :

- Dosis yang cukup
- Waktu kontak yang cukup, minimum 30 menit

Selain itu diperlukan proses pencampuran yang sempurna agar desinfektan benar-benar tercampur. Desinfeksi menggunakan ozon lazim digunakan untuk desinfeksi hasil pengolahan *waste*

*water treatment*

## 2. Desinfeksi Fisik

Desinfeksi menggunakan ultraviolet lebih aman daripada menggunakan klorin yang beresiko membentuk trihalometan yang bersifat karsinogenik, tetapi jika digunakan ultraviolet sebagai desinfektan maka instalasi distribusi harus benar-benar aman dan menjamin tidak akan ada kontaminasi setelah desinfeksi. Apabila kontaminan masuk setelah air didesinfeksi, maka kontaminan tersebut akan tetap berada dalam air dan sampai ke tangan konsumen. Selain itu, biaya yang diperlukan juga lebih besar dibandingkan dengan desinfeksi menggunakan kaporit. Umumnya dilakukan desinfeksi terlebih dahulu baru didistribusikan ke konsumen secara langsung

### 2.2.10 Reservoir

Reservoir pada Instalasi Pengolahan Air Minum mempunyai fungsi untuk menampung air hasil olahan IPAM sebelum didistribusikan ke konsumen. Bangunan ini selain digunakan untuk keperluan konsumen juga digunakan untuk keperluan instalasi. Maksud dari keperluan instalasi disini misalnya untuk proses backwash, pembersihan instalasi, pelarutan bahan kimia dll. *Reservoir* bisa berupa *ground reservoir* dan *elevated reservoir*. Jenis-jenis reservoir berdasarkan perletakkannya antara lain:

#### 1. Stand Pipe

*Reservoir* jenis ini hampir sama dengan *elevated reservoir*, dipakai sebagai alternatif terakhir bila *ground reservoir* tidak dapat diterapkan karena daerah pelayanan datar.

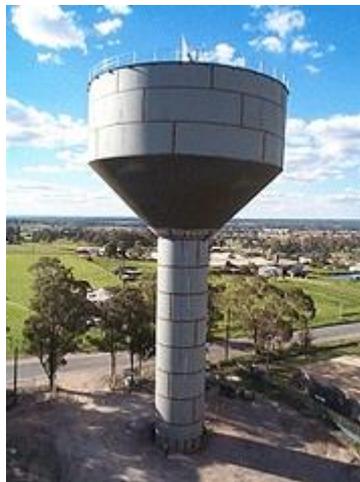
Untuk dapat merencanakan menara instalansi perlu diperhitungkan terlebih dahulu kebutuhan air untuk instalansi, dengan mengetahui jumlah kebutuhan dan jam-jam pemakaian air untuk instalansi, maka dapat direncanakan dimensi menara instalansi dan ketinggiannya.

Adapun kebutuhan air untuk instalansi meliputi antara lain:

- a) Kebutuhan air untuk kantor
- b) Kebutuhan air untuk pelarutan koagulan dan desinfektan
- c) Kebutuhan air untuk filtrasi
- d) Kebutuhan air untuk sedimentasi

## 2. Elevated Reservoir (menara reservoir)

Menara *reservoir* dapat direncanakan dari kebutuhan air minum yang diperlukan untuk instalansi pengolahan air minum tersebut, dengan mengetahui jumlah dan pemakaian air untuk instalansi dapat direncanakan dimensi menara instalansi dan ketinggiannya. *Reservoir* ini digunakan bila *head* yang tersedia dengan menggunakan *ground reservoir* tidak mencukupi kebutuhan untuk distribusi. Dengan menggunakan *elevated reservoir* maka air dapat didistribusikan secara gravitasi. Tinggi menara tergantung kepada *head* yang dibutuhkan.

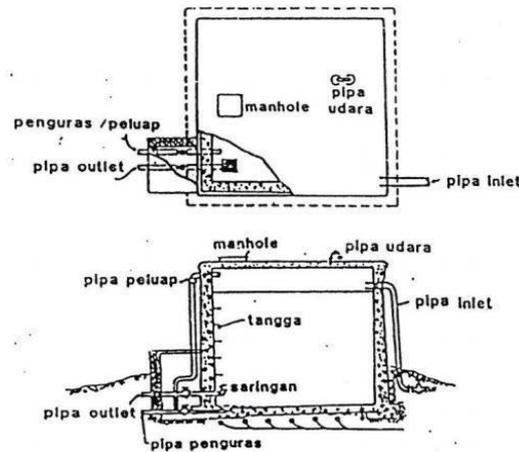


**Gambar 2.9** Reservoir Menara

## 3. Ground Reservoir

Ground reservoir berfungsi sebagai penampung air bak filtrasi, sebelum masuk ke dalam ground reservoir, air tersebut harus diinjeksi dengan *chlor* yang sudah dilarutkan. *Ground*

*reservoir* dilengkapi dengan *baffle* untuk mencampur dan mengaduk *chlor* dalam air. *Ground reservoir* dibangun di bawah tanah atau sejajar dengan permukaan tanah. *Reservoir* ini digunakan bila head yang dimiliki mencukupi untuk distribusi air minum. Jika kapasitas air yang didistribusikan tinggi, maka diperlukan *ground reservoir* lebih dari satu.

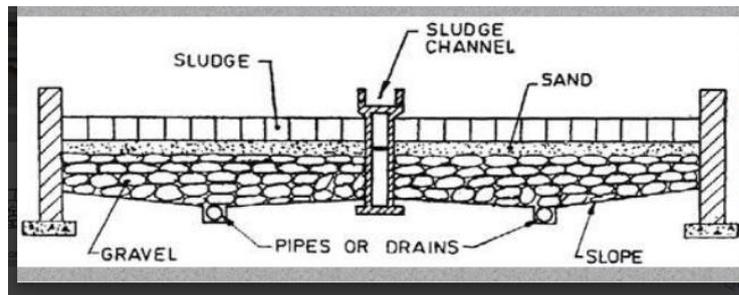


**Gambar 2.10** Reservoir

### 2.2.11 Sludge Drying Bed

Sludge Drying Bed pada umumnya digunakan untuk pengumpulan padatan lumpur / sludge dengan ukuran padatan yang relatif kecil hingga sedang. Dalam prosesnya, lumpur / sludge diletakkan pada kolam memiliki kedalaman lapisan lumpur yang berkisar antara 200-300 mm. Selanjutnya lumpur tersebut dibiarkan mengering. Pengurangan kadar air dalam sludge drying bed terjadi karena adanya saluran drainase yang terletak di dasar kolam dan akibat proses penguapan. Kebanyakan hilangnya kadar air dari sludge drying bed diakibatkan oleh pengurasan pada saluran drainase. Oleh karena itu, kecermatan dalam penentuan dimensi pipa drainase sangat dibutuhkan. Sludge drying bed pada umumnya dilengkapi dengan saluran drainase lateral (pipa PVC berpori atau pipa yang diletakkan di dasar dengan open join). (Metcalf & Eddy, 2003)

Saluran drainase memiliki persyaratan minimal kemiringan yaitu sekitar 1% (0,01 m/m) dengan jarak antar saluran drainase pada masing-masing partisi sekitar 2,5-6 m. Saluran drainase juga harus terlindung dari lumpur secara langsung sehingga diperlukan media yang mampu menutupi saluran drainase pada sludge drying bed. Media tersebut pada umumnya berupa kerikil dan juga pecahan batu yang disusun dengan ketebalan antara 230-300 mm. Ketebalan yang diatur sedemikian rupa memiliki fungsi guna menghambat laju air dan meminimasi masuknya lumpur / sludge ke dalam saluran drainase. Pasir yang digunakan pada media penyangga juga memiliki batasan koefisien keseragaman yang tidak lebih dari 4 dan memiliki effective size antara 0,3-0,75. Area pengeringan memiliki dimensi lebar yang dibatasi pada 6 m dengan panjang yang berkisar antara 6-30 m dan kedalaman yang berkisar antara 380-460 mm. Bahan beton disarankan digunakan sebagai bahan penyusun bangunan sludge drying bed. (Metcalf & Eddy, 2003).



**Gambar 2.11** Sludge Drying Bed

**Sumber :** (Metcalf & Eddy, 2003)

Pipa inlet pada bangunan sludge drying bed harus dirancang dengan kecepatan minimal 0,75 m/s dan memungkinkan untuk terjadinya proses pengurasan pada saluran drainase. Pipa besi dan PVC merupakan jenis pipa yang paling sering digunakan. Sistem penyaluran sludge dilakukan dengan mengalirkan air tegak lurus dengan posisi sludge drying bed guna mengurangi kecepatan alir saat sludge memasuki bangunan pengering. (Metcalf & Eddy, 2003)

Padatan pada sludge drying bed hanya dapat dikuras dari bangunan sludge drying bed setelah sludge mengering. Sludge / lumpur yang telah mengering memiliki ciri yaitu memiliki permukaan yang terlihat retak dan mudah hancur serta berwarna hitam atau coklat gelap. Kadar air yang terkandung dalam sludge / lumpur yang telah mengering berkisar pada 60% pada rentang antara 10-15 hari. Proses pengurasan dapat dikatakan selesai apabila sludge / lumpur telah dikeruk menggunakan scrapper atau secara manual dan diangkut menggunakan truk keluar dari lokasi pengolahan. (Metcalf & Eddy, 2003)

Sludge drying bed yang sedang digunakan untuk proses pengeringan lumpur hendaknya ditutup guna mengisolasi dan mengantisipasi tersebarnya bau yang mungkin ditimbulkan. Akan tetapi, apabila reaktor dirancang untuk dibiarkan terbuka, hendaknya reaktor sludge drying bed dibangun pada jarak minimal 100 m dari lokasi hunian penduduk guna mengantisipasi pencemaran udara yang diakibatkan oleh bau. (Metcalf & Eddy, 2003)

### 2.3 Persen Removal

Berikut adalah persen removal pada setiap unit bangunan pengolahanair yang akan digunakan :

**Tabel 2.1** Persen Removal Unit Pengolahan

Unit	Parameter	Persen Removal	Sumber
Intake	-	-	
Prasedimentasi	Kekeruhan	65-80 %	Reynold/Richard 2 <sup>nd</sup> hal 316
Aerasi	Mangan	0 % - 60 %	Droste,Ronald L, 1997hal 224
Koagulasi	-	-	-
Flokulasi	-	-	-
Sedimentasi	Kekeruhan	90 %	Droste, Ronald L, 1997 hal 224
Filtrasi	Mangan Kekeruhan	30% - 95% 90% - 100 %	Droste, Ronald L, 1997 hal 225 Reynold/Richard 2 <sup>nd</sup> hal 316
Desinfeksi	Coliform	0 % - 100%	Droste, Ronald L, 1997 hal 224