

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Baku**

Air baku adalah salah satu bahan dasar dalam proses pengolahan air minum yang diambil dari sumber yang memenuhi baku mutu. Sumber air yang biasa digunakan sebagai air baku untuk air minum adalah air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut.

Di antara sumber-sumber tersebut yang paling banyak digunakan adalah air permukaan dan air tanah. Sedangkan air laut dan air hujan jarang digunakan karena membutuhkan teknologi yang tinggi serta biaya yang mahal untuk pengolahan. Untuk penggunaan air baku pada pengolahan air minum harus diperhatikan klasifikasi kelas badan airnya. Adanya perbedaan pada klasifikasi kelas akan mempengaruhi proses pengolahannya.

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

Sumber air baku yang dapat diolah untuk digunakan sebagai air minum diantaranya :

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 dari air tanah dengan simpanan rendah dan mutu air yang asin sehingga tidak memenuhi persyaratan air minum

2) Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang ada di permukaan, seperti rawa, danau, sungai dan mata air. Umumnya, air baku yang digunakan untuk pengolahan menggunakan air permukaan atau air sungai dan air danau. Sebagai sumber air baku untuk air minum, maka air permukaan harus memenuhi kualitas dari air baku untuk air minum diantaranya pH, oksigen terlarut, kandungan bakteri, kandungan zat padat, temperatur, dan parameter lainnya.

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

Menurut Droste (1997), dalam memilih sumber air baku ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

- 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) Konstruksi 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

### **2.2 Parameter Kualitas Air**

Air minum merupakan air yang telah melalui proses pengolahan ataupun tanpa melalui proses pengolahan yang telah memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (PERMENKES RI, 2010). Dalam penyediaan air minum, selain memperhatikan kuantitas maka kualitasnya juga harus memenuhi standar atau baku mutu yang telah ditetapkan. Untuk mendapatkan gambaran yang nyata mengenai karakteristik air baku, maka perlu memperhatikan parameter kualitas air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Kualitas Air Minum, air minum harus memenuhi persyaratan fisika, kimiawi, radioaktif, dan mikrobiologis yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

Adapun parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air minum antara lain:

- 1) Parameter Fisik
  - a. Kekeruhan

Kekeruhan adalah standar yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur kondisi air baku dalam satuan skala NTU atau FTU.

Kekeruhan air disebabkan oleh adanya zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik. Zat organik dapat menjadi makanan bagi bakteri, sehingga dapat mendukung perkembangbiakannya. Bakteri tersebut juga merupakan zat tersuspensi, sehingga pertambahan jumlahnya akan menambah nilai kekeruhan dari air. Begitupula dengan algae yang dapat berkembang biak karena adanya zat hara N, K, P sehingga menambah kekeruhan air. Zat organik dapat berasal dari lapukan hewan atau tanaman, sedangkan zat anorganik umumnya berasal dari lapukan batuan dan logam. Sumber buangan industri juga dapat menyebabkan kekeruhan pada air. Air yang nilai kekeruhannya tinggi sulit untuk dilakukan Desinfeksi karena mikroba akan terlindungi oleh zat tersuspensi. Hal tersebut tentu akan menyebabkan bahaya bagi kesehatan apabila mikroba tersebut merupakan patogen (Effendi, 2003).

b. Total Dissolved Solid (TDS)

Total Dissolved Solid atau zat padat terlarut adalah terlarutnya zat padat berupa ion, senyawa, koloid di dalam air. Salah satu contoh yang dapat diamati adalah air permukaan atau air sungai setelah turun hujan akan terlihat keruh karena adanya larutan partikel tersuspensi di dalam air. Sedangkan pada musim kemarau air akan terlihat berwarna hijau karena terdapat genangan di dalam air. Konsentrasi dari kelarutan zat padat ini sangat rendah dalam keadaan rendah, sehingga tidak dapat terlihat dengan mata telanjang (Majid, 2019).

c. Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi pada air limbah yang mengandung bahan organik maupun anorganik yang bisa disaring dengan kertas milipore dengan ukuran pori 0,45  $\mu\text{m}$ . Padatan tersuspensi ini memiliki ukuran lebih kecil dari ion atau molekul yang terlarut. Padatan tersuspensi ini memiliki efek yang kurang baik bagi kualitas air karena dapat menyebabkan kekeruhan dan mengurangi cahaya yang masuk ke dalam air. Apabila jumlah padatan tersuspensi ini banyak dan mengendap, maka pembentukan lumpur akan mengganggu di

dalam saluran, cepat terjadi pendangkalan, sehingga perlu dilakukan pengerukan lumpur lebih sering.

## 2) Parameter Kimiawi

### a. Biological Oxygen Demand (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbon dioksida dan air. Dengan kata lain, BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi mikroba aerob yang terdapat dalam botol besar daripada kadar bahan organik. Sebaliknya, perairan rawa memiliki kadar bahan organik yang lebih besar daripada kadar bahan anorganik terlarut (Effendi, 2003).

### b. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand atau COD adalah jumlah bahan organik yang ada pada air limbah yang dapat dioksidasi secara kimia menggunakan dikromat dalam keadaan/larutan asam. Nilai COD selalu lebih tinggi daripada BOD ultimate meskipun nilai keduanya bisa saja sama tetapi hal tersebut sangat jarang. Hal tersebut dapat terjadi karena banyak zat organik yang sulit teroksidasi secara biologis, contohnya lignin yang hanya dapat teroksidasi secara kimia, zat anorganik yang dioksidasi dikromat meningkatkan kandungan organik pada sampel, zat organik tertentu dapat meracuni mikroorganisme yang dibutuhkan untuk pengujian BOD, nilai COD yang tinggi dapat terjadi karena adanya zat anorganik yang bereaksi dengan dikromat.

### c. Besi (Fe)

Besi merupakan salah satu unsur penting dalam air permukaan dan air tanah. Perairan yang mengandung besi tidak dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga, karena dapat menyebabkan bekas karat pada pakaian, porselin, alat-alat lainnya. Selain itu, besi dapat menimbulkan rasa tidak enak dan dapat menyebabkan warna air menjadi kekuningan/kecoklatan bila konsentrasinya di atas 0,31 mg/L (Juniar & Sari, 2019).

### d. Mangan (Mn)

Mangan adalah unsur yang berlimpah pada kerak bumi (sekitar 0,1%) yang terjadi secara alamiah. Mangan merupakan logam keras dan sangat rapuh, sulit untuk meleleh, tetapi mudah teroksidasi. Mangan bersifat reaktif ketika murni, ketika berbentuk bubuk akan terbakar dalam oksigen, larut dalam asam encer dan bereaksi dengan air (Fisika et al., 2013).

e. Amonia (NH<sub>3</sub>)

Amonia adalah salah satu nitrogen anorganik yang larut dalam air. Senyawa amonia berasal nitrogen yang menjadi NH<sub>4</sub> pada pH rendah 8 yang disebut amonium. Amonia yang ada pada air berasal dari oksidasi zat organik secara mikrobiologis, air buangan industri, dan aktivitas masyarakat (Putri et al., 2019).

3) Parameter Biologis

a. Bakteri

Indikator yang digunakan untuk mengukur kualitas air bersih secara bakteriologis adalah dengan melihat adanya keberadaan organisme Coliform. Organisme tersebut lebih tahan hidup di air sehingga keberadaannya di dalam air dapat dianalisis karena bukan medium yang ideal untuk pertumbuhan bakteri (Marsono, 2009). Bakteri Coliform dalam air dikategorikan menjadi tiga golongan, yaitu, coliform total, fecal coli, dan E. coli. Coliform total bersumber dari lingkungan, tidak berasal dari pencemaran tinja. Sedangkan fecal coli dan E. coli terindikasi diakibatkan oleh adanya pencemaran tinja. Adanya fecal coli dan E. coli yang mencemari air memiliki risiko bagi tubuh manusia jika air tersebut dikonsumsi.

b. Escherichia Coli

Escherichia coli merupakan bakteri batang gram negative, fakultatif anaerob dan anggota Enterobacteriaceae. E. coli adalah mikroflora normal pada usus, tetapi dapat menjadi patogen pada kondisi tertentu. E.Coli sebagai bakteri patogen sering ditemukan sebagai bakteri penyebab infeksi saluran kemih. E. coli digunakan sebagai indikator kualitas air. E. coli secara normal hanya ditemukan di saluran pencernaan manusia atau hewan, atau bahan

yang telah terkontaminasi dengan tinja manusia atau hewan. Air yang tercemar *E. coli* dianggap berbahaya bagi penggunaan domestik (Hamida et al., 2019).

## **2.3 Unit Instalasi Pengolahan Air Minum**

### **2.3.1 Intake & Bar Screen**

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):

1. *Intake* Gravitasi

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

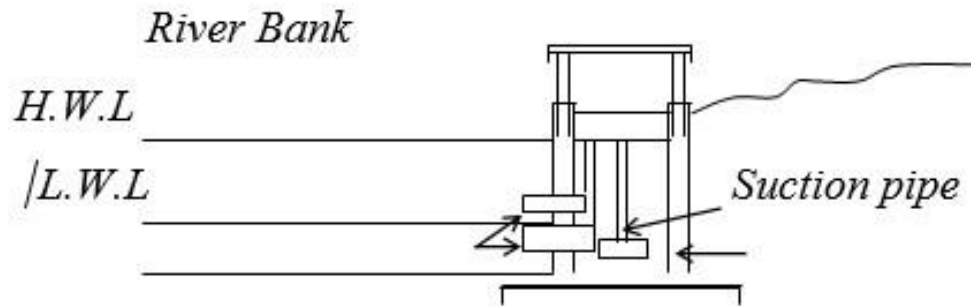
2. *Intake* Pemompaan

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

- a) Kualitas dan kuantitas 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) Efek terhadap kehidupan akuatik di sekitarnya;
- h) 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** Shore Intake dan River Intake

### **Bar Screen**

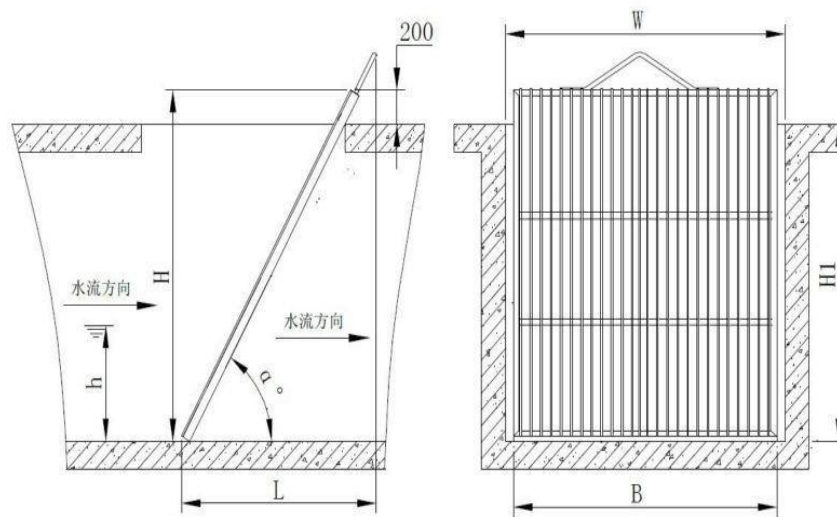
Pada umumnya screen dilakukan pada tahap awal dalam pengolahan. Saringan sebagai penggunaan umum dapat dipakai untuk memisahkan berbagai macam benda padat dengan ukuran besar yang terdapat pada air baku, misalnya seperti kertas, plastik, kayu dan lainnya. Screen atau saringan dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu saringan kasar (coarse screen) dan saringan halus (fine screen). 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 static 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 : (Said, 2017)

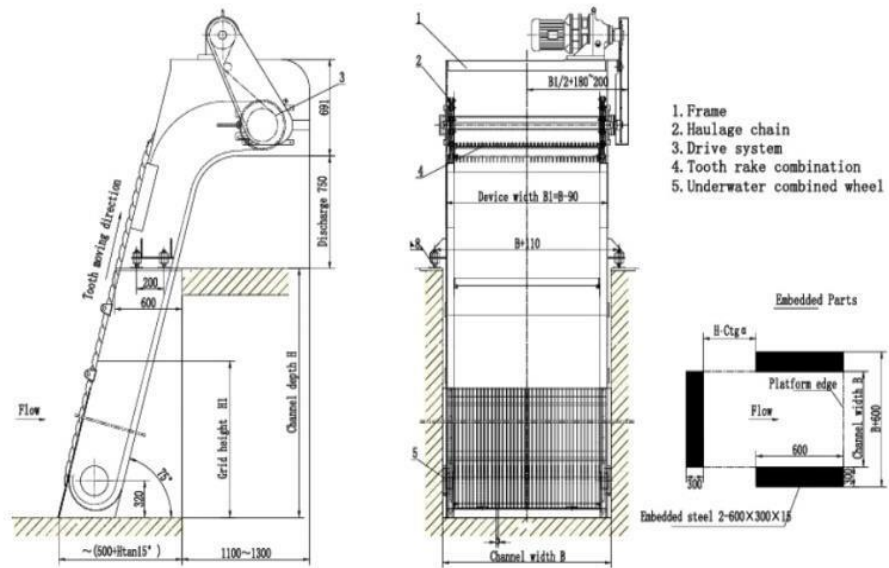
- a) Kecepatan atau kapasitas rencana
- b) Jarak antar bar
- c) Ukuran bar (batang)
- d) Sudut inklinasi
- e) *Headloss* yang diperbolehkan (Said, 2017)

Dalam pengolahan air minum, screen digunakan untuk melindungi pompa, valve, saluran pipa, dan peralatan lainnya dari kerusakan atau tersumbat oleh benda-benda tersebut. Bar screen terbagi lagi menjadi dua, yaitu secara manual maupun mekanik.



**Gambar 2. 2** Manual Bar Screen





**Gambar 2. 3** Mechanical Bar Screen

**Tabel 2. 1** Kriteria Screen

Parameter	U.S Unit		SI Unit			
	Unit	Metode Pembersihan		Unit	Metode Pembersihan	
		Manual	Mekanis		Manual	Mekanis
Ukuran batang :						
- lebar	in	0.2 – 0.6	0.2 – 0.6	mm	5 – 15	5 - 15
- kedalaman	in	1.0 – 1.5	1.0 – 1.5	mm	25 – 38	25 – 38
Jarak antar –batang	in	1.0 – 2.0	0.6 – 3.0	mm	25 – 50	15 – 75
Slope dari –vertikal	°	30 – 45	0 – 30	°	30 – 45	0 – 30
Kecepatan :						
- Maksimum	ft/s	1.0 – 2.0	2.0 – 3.25	m/s	0.3 – 0.6	0.6 – 1.0
- Minimum	ft/s	-	1.0 – 1.6	m/s	-	0.3 – 0.5
Head yang- diijinkan	in	6	6 - 24	mm	150	150 - 600

(Sumber: Metcalf and Eddy WWET, and Reuse 4th edition, 2004)

### 2.3.2 Prasedimentasi

Prasedimentasi dapat 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,  $v$  horizontal ( $v_h$ ), bilangan Reynold partikel, serta karakteristik aliran (Reynolds & Paul, 1996).

Bak pengendap pertama (prasedimentasi) terdiri dari empat ruangan yaitu (Qasim dkk, 2000):

- a) Zona inlet : tempat menghaluskan aliran transisi, dari aliran influen ke aliran steady uniform di zona settling (aliran laminer).
- b) Zona pengendapan : tempat terjadinya proses pengendapan atau pemisahan partikel diskrit pada air.
- c) Zona lumpur : tempat menampung material yang mengendap bersama lumpur.
- d) Zona outlet : tempat menghaluskan aliran transisi, dari zona settling ke aliran efluen, serta mengatur debit effluent.

Menurut Metcalf & Eddy (2003) terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan untuk mendesain unit prasedimentasi, antara lain yaitu detention time, overflow rate, average flow, peak hourly flow, dan weir loading. Kriteria desain unit prasedimentasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 2** Desain Tipikal Prasedimentasi

<b>Primary sedimentation tanks followed by secondary treatment</b>						
<i>Detention time</i>	h	1,5-2,5	2	h	1,5-2,5	2
<i>Overflow rate</i>						
<i>Average flow</i>	gal/ft <sup>2</sup> .d	800-1200	1000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	30-50	40
<i>Peak hourly flow</i>	gal/ft <sup>2</sup> .d	2000-3000	2500	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	80-120	100
<i>Weir loading</i>	gal/ft <sup>2</sup> .d	10.000-40.000	20.000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	125-500	250
<b>Primary settling with waste activated-sludge return</b>						
<i>Detention time</i>	h	1,5-2,5	2	h	1,5-2,5	2
<i>Overflow rate</i>						
<i>Average flow</i>	gal/ft <sup>2</sup> .d	600-800	700	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	24-32	28
<i>Peak hourly flow</i>	gal/ft <sup>2</sup> .d	1200-1700	1500	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	48-70	60
<i>Weir loading</i>	gal/ft <sup>2</sup> .d	10.000-40.000	20.000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	125-500	250

(Sumber : Metcalf & Eddy. 2003. page 398)

### 2.3.3 Aerasi

Aerasi adalah suatu proses penambahan udara atau oksigen ke dalam air dengan membawa air dan udara ke dalam kontak yang dekat, dengan cara menyempatkan air ke udara (air ke dalam udara) atau dengan memberikan gelembung halus udara dan membiarkannya naik melalui air (udara ke dalam air).

Sumber lain menjelaskan bahwa aerasi merupakan 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 proses aerasi ini perlu menggunakan alat yang disebut aerator. Prinsip kerja aerator adalah untuk menambahkan oksigen terlarut di dalam air. Kemudian tugas utama dari aerator adalah memperbesar permukaan kontak antara air dan udara. Ada beberapa tujuan dari aerasi, yaitu:

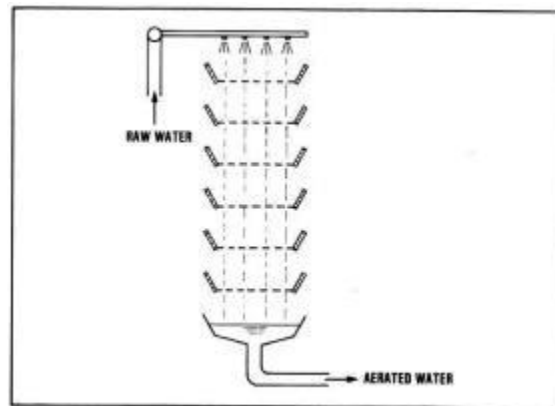
- 1) Penambahan jumlah oksigen;
- 2) Penurunan jumlah karbon dioksida (O<sub>2</sub>);

- 3) Menghilangkan hydrogen sulfide ( $H_2S$ ), methan ( $CH_4$ ) dan berbagai senyawa organik yang memiliki sifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau.

Hasil dari pengolahan dengan metode aerasi bermanfaat untuk menghasilkan air minum yang baik. Metode aerasi ini secara luas telah digunakan untuk pengolahan air dengan kandungan jumlah besi dan mangan yang terlalu tinggi sehingga zat tersebut memberikan rasa pahit pada air, menghitamkan pemasakan beras dan memberikan noda hitam-kecoklatan pada pakaian yang dicuci. Adapun jenis-jenis metode aerasi yaitu:

a) Waterfall Aerator (Aerator Air Terjun)

Seperti yang terlihat pada gambar, pengolahan aerasi dengan metode Waterfall atau Multiple Aerator memiliki susunan yang sangat sederhana dan tidak mahal serta hanya memerlukan ruang yang kecil.



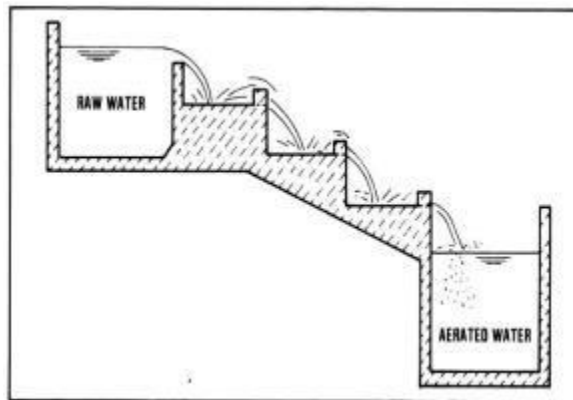
**Gambar 2. 4** Multiple-Tray Aerator

*(Sumber: Agus Herdiana, 2016)*

Jenis aerator terdiri atas 4 hingga 8 tray dengan dasarnya penuh lubang-lubang pada jarak 30 – 50 cm. Air dibagi rata melalui pipa berlubang ke atas tray, dari sini percikan-percikan kecil akan turun kebawah dengan kecepatan kira-kira 0,02 m/detik per  $m^2$  permukaan tray. Tetesan kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap tray berikutnya. Tray-tray ini dapat dibuat dengan bahan yang cocok seperti lempengan absetos cement berlubang-lubang, pipa plastik berdiameter kecil atau lempengan kayu yang terbuat paralel.

## b) Cascade Aerator

Aerator jenis ini terdiri atas 4-6 step atau tangga. Setiap step memiliki ketinggian kira-kira 30 cm dengan kapasitas kira-kira ketebalan 0,01 m<sup>3</sup>/detik per meter persegi. Untuk menghilangkan gerak putaran (turbulence) guna menaikkan efisien aerasi, hambatan sering ditepi peralatan pada setiap step. Dibandingkan dengan tray aerators, ruang yang diperlukan bagi aerator ini lebih besar tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lainnya adalah tidak memerlukan pemeliharaan.

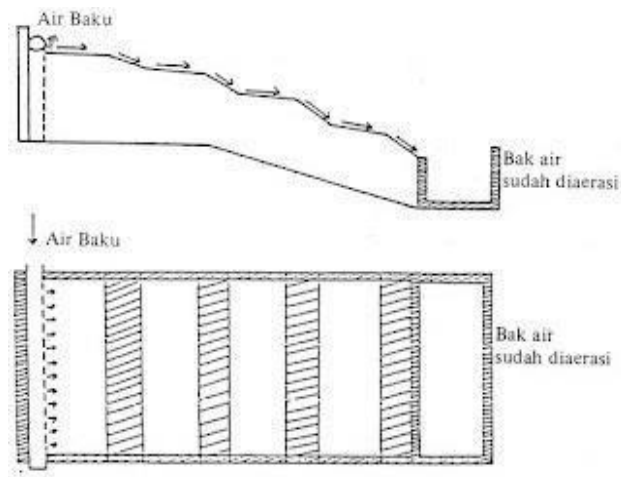


**Gambar 2. 5** Cascade Aerator

*(Sumber: Agus Herdiana, 2016)*

## c) Submerged Cascade Aerator

Aerasi tangga aerator ini penangkapan udaranya terjadi saat air terjun dari lempengan trap yang membawanya. Oksigen kemudian dipindahkan dari 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>/detik per meter persegi.

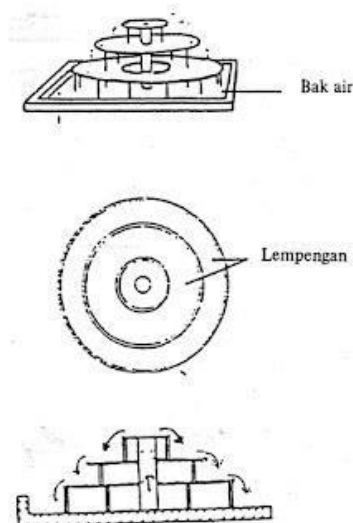


**Gambar 2. 6** Aerasi Tangga Aerator

(Sumber: Agus Herdiana, 2016)

d) Multiple Plat Form Aerator

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



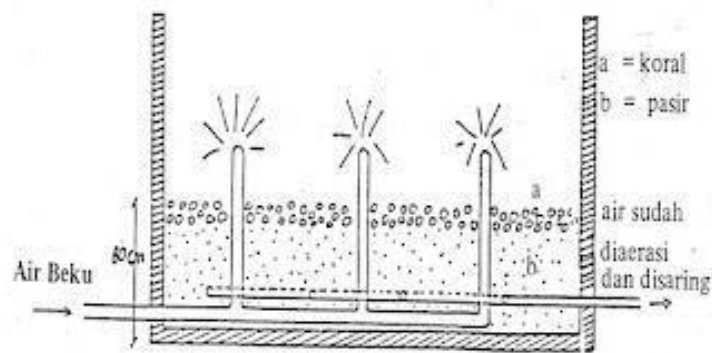
**Gambar 2. 7** Multiple Plat Aerator

(Sumber: Agus Herdiana, 2016)

e) Spray Aerator

Aerator jenis ini terdiri atas nosel penyemprot yang tidak bergerak dan dihubungkan dengan kisi lempengan dimana air disemprotkan ke udara disekeliling dengan kecepatan 5-7 m/detik. Spray aerator sederhana dapat

dilihat pada gambar, dengan pengeluaran air ke arah bawah melalui batang pendek dari pipa dengan panjang 25 cm dan diameter 15-20 mm. Piringan melingkar ditempatkan beberapa centimeter di bawah setiap ujung pipa, sehingga dapat berbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi tetesan yang halus. Nosel untuk spray aerator memiliki bermacam-macam bentuk, ada juga nosel yang dapat berputar.

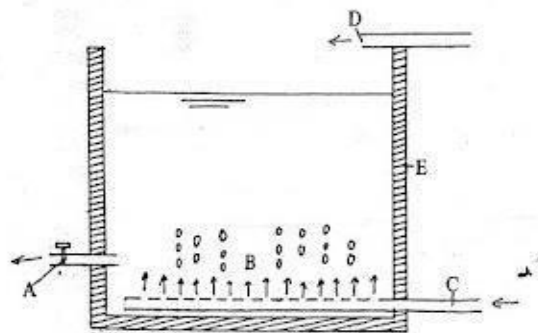


**Gambar 2. 8** Spray Aerator

(Sumber: Agus Herdiana, 2016)

f) Bubble Aerator

Jumlah udara yang dibutuhkan untuk aerasi gelembung udara tidak lebih dari 0,3-0,5 m<sup>3</sup> udara/m<sup>3</sup> air dan volume ini dengan mudah dapat dinaikan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan dari dasar bak air yang digunakan.



**Gambar 2. 9** Bubble Aerator

(Sumber: Agus Herdiana, 2016)

g) Multiple-Tray Aerator

Terdiri dari suatu rangkaian bak yang tersusun seperti rak (tray) dan dilubangi dibagian dasar. Air dialirkan dari puncak berupa air terjun kecil yang kemudian didistribusikan secara merata pada setiap rak (tray) dan kemudian dikumpulkan pada suatu bak di bagian dasarnya. Pemerataan distribusi air di atas tray sangat penting agar diperoleh efisiensi perpindahan gas secara maksimum. Media kasar seperti arang, batu atau bola keramik dengan ukuran berkisar antara 2-6 inch (5-15 cm) sangat penting untuk digunakan. Hal tersebut karena dapat meningkatkan efisiensi pertukaran gas, sebagai efek katalis dari mangan oksida.

Aerator jenis ini harus dilengkapi dengan sistem ventilasi yang cukup. Jika aerator ini ditempatkan dalam suatu bangunan dimana terdapat pencemaran udara, maka efisiensi dan efektifitas dari unit ini akan berkurang, karena terjadi kontaminasi dari udara yang masuk dengan kandungan atau unsur tertentu yang ingin dihilangkan.

#### **2.3.4 Koagulasi-Flokulasi**

##### **Koagulasi**

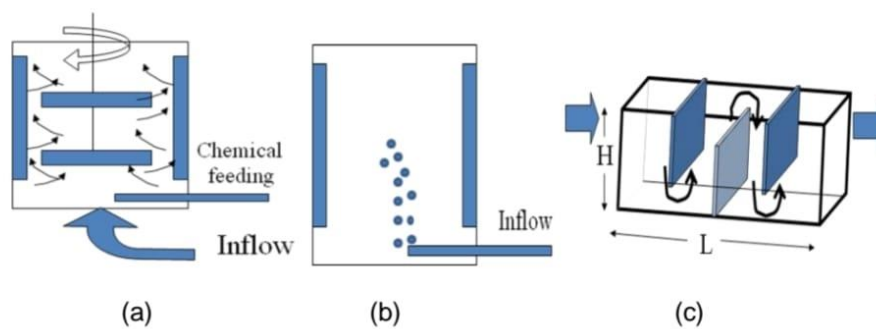
Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid dengan cara penambahan senyawa kimia yang disebut koagulan. Koloid mempunyai ukuran tertentu sehingga gaya Tarik menarik antara partikel lebih kecil daripada gaya tolak menolak akibat muatan listrik. Pada kondisi stabil penggumpalan partikel tidak 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 flokulasi dan 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 kecepatan yang besar (300 sampai 1000/s) selama 5 hingga 60 detik yang bergantung pada maksud serta tujuan dari pengadukan itu sendiri (Masduqi, 2016).



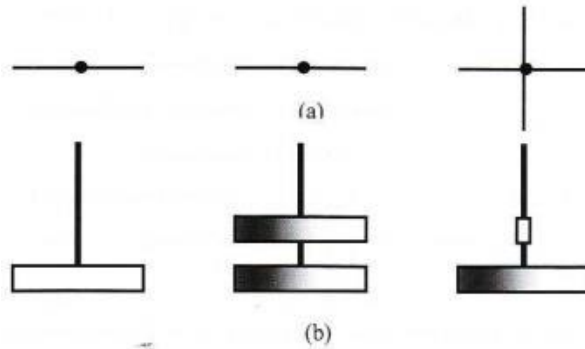
Menurut caranya, pengadukan cepat dibagi menjadi tiga cara, yaitu pengadukan mekanis, pengadukan hidraulis, dan pengadukan pneumatis. Pengadukan mekanis adalah metode pengadukan dengan memakai peralatan mekanis yang terdiri dari motor, poros pengaduk, dan alat pengaduk yang digerakkan dengan motor bertenaga 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. 10** (a) Pengadukan Mekanis, (b) Pengadukan Pneumatis, (c) Baffle

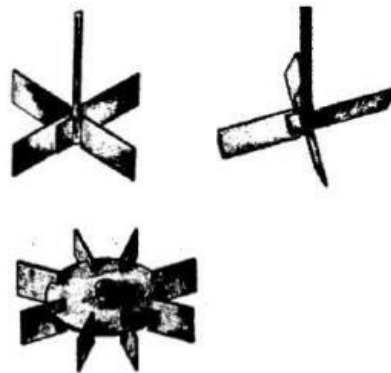
Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle* (pedal), *turbine*, dan *propeller* (baling-baling). Bentuk ketiga impeller dapat dilihat gambar yang ada dibawah. Kriteria *impeller* dapat dilihat pada tabel yang ada dibawah juga. Faktor penting dalam perancangan alat pengaduk mekanis adalah dua parameter pengadukan yaitu  $G$  dan  $td$ . Selain itu terdapat patokan untuk menentukan  $G$  dan  $td$ . Sedangkan untuk menghitung besarnya tenaga (*power*) yang dibutuhkan, perlu memperhatikan jenis impeller yang digunakan dan nilai konstanta  $KL$  dan  $KT$ .



**Gambar 2. 11** Tipe Paddle Tampak Atas dan Samping

(a) Tampak Atas, (b) Tampak Samping

(Sumber : Masduqi & Assomadi, 2012 hal 112)

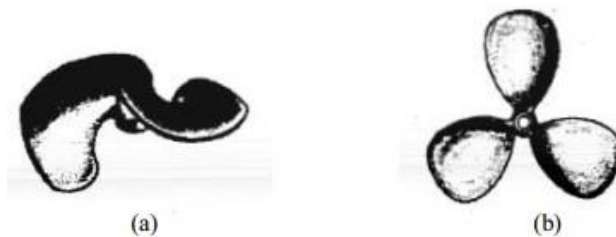


**Gambar 2. 12** Tipe Paddle

(a) *turbine* blade lurus, (b) *turbine* blade dengan piringan,

(c) *turbine* dengan *blade* menyerong

(Sumber : Qasim, et all., 200)



**Gambar 2. 13** Tipe Propeller

(a) propeller 2 blade, (b) propeller 3 blade

(Sumber : Qasim, et all., 200)

**Tabel 2. 3** Kriteria Impeller

<b>Tipe Impeller</b>	<b>Kecepatan Putaran</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Keterangan</b>
<i>Paddle</i>	20-150 rpm	diameter: 50-80% lebar bak lebar: 1/6 – 1/10 diameter <i>paddle</i>	-
<i>Turbine</i>	10-150 rpm	diameter: 30-50% lebar bak	-
<i>Propeller</i>	00-1750 rpm	diameter: maks. 45 cm	Jumlah pitch 1-2 buah

(Sumber : Reynolds & Richards. 1996. Halaman 185)

**Tabel 2. 4** Nilai Waktu Pengadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan

<b>Waktu Pengadukan, td (detik)</b>	<b>Gradien Kecepatan (detik<sup>-1</sup>)</b>
20	1000
30	900
40	790
50 ≥	700

(Sumber : Reynolds & Richards. 1996. Halaman 184)

**Tabel 2. 5** Konstanta KL dan KT untuk Tangki Bersekat

<b>Jenis Impeller</b>	<b>KL</b>	<b>KT</b>
Propeller, Pitch of 1, 3 blades	41	0.32
Propeller, Pitch of 2, 3 blades	43.5	1

Turbine, 4 flat blades, vaned disc	60	5.31
Turbine, 6 flat blades, vaned disc	65	5.75
Turbine, 6 curved blades	70	4.80
Fan turbine, 6 blades at 45*	70	1.65
Shrouded turbine, 6 curved blades	97.5	1.08
Shrouded turbine, with stator, no baffles	172.5	1.12
Flat paddles, 2 blades (single paddle), $Di/Wi = 4$	43	2.25
Flat paddles, 2 blades, $Di/Wi = 6$	36.5	1.70
Flat paddles, 2 blades, $Di/Wi = 8$	33	1.15
Flat paddles, 4 blades, $Di/Wi = 6$	49	2.75
Flat paddles, 6 blades, $Di/Wi = 6$	71	3.82

(Sumber: Reynold, *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*.

Page 188)

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).

Beberapa macam koagulan yang sering digunakan dalam proses penjernihan air adalah Poly Aluminium Chloride (PAC), aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ), ferri klorida ( $FeCl_3$ ), dan ferri sulfat ( $Fe_2(SO_4)_3$ ). Pada umumnya koagulan yang paling sering digunakan oleh masyarakat adalah aluminium sulfat atau yang lebih dikenal dengan tawas (Budiman, Hidarso, et al, 2008) Adapun beberapa keuntungan dari penggunaan koagulan-koagulan diatas.

1. *Poly Aluminium Chloride* (PAC)

PAC adalah garam khusus pada pembuatan aluminium klorida yang mampu memberikan daya koagulasi dan flokulasi yang lebih kuat daripada aluminium yang biasa dan garam-garam besi seperti aluminium sulfat atau ferri klorida. Kegunaan dari PAC adalah sebagai koagulan atau flokulan untuk menguraikan larutan yang keruh dan menggumpalkan partikel, sehingga memungkinkan untuk memisah dari medium larutannya. Keuntungan penggunaan PAC sebagai koagulan dalam proses penjernihan air yaitu korosivitasnya rendah karena PAC adalah koagulan bebas sulfat sehingga aman dan mudah dalam penyimpanan dan transportasinya dan penggunaan PAC sebagai koagulan tidak menyebabkan penurunan pH yang cukup tajam.

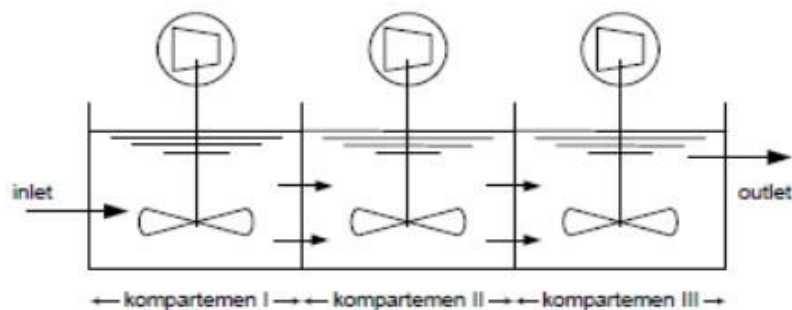
2. Aluminium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ )

Biasanya disebut tawas, bahan ini sering dipakai karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Tawas berbentuk kristal atau bubuk putih, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, tidak mudah terbakar, ekonomis, mudah didapat dan mudah disimpan. Penggunaan tawas memiliki keuntungan yaitu harga relatif murah dan sudah dikenal luas oleh operator water treatment. Namun ada juga kerugiannya, yaitu umumnya dipasok dalam bentuk padatan sehingga perlu waktu yang lama untuk proses pelarutan.

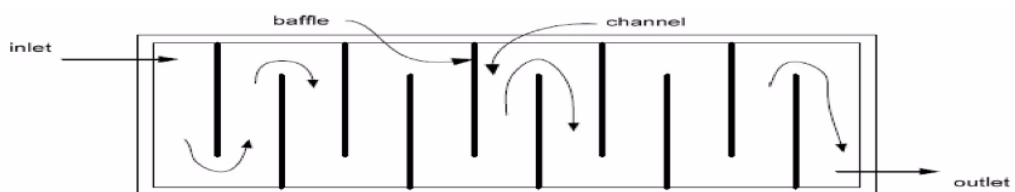
### **Flokulasi**

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 satbil 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. 14** Pengadukan Lambat secara Mekanis



**Gambar 2. 15** Pengadukan Lambat secara Hidraulis

Dalam proses flokulasi beberapa hal berikut perlu diperhatikan : (Said, 2017).

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 semakin 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.

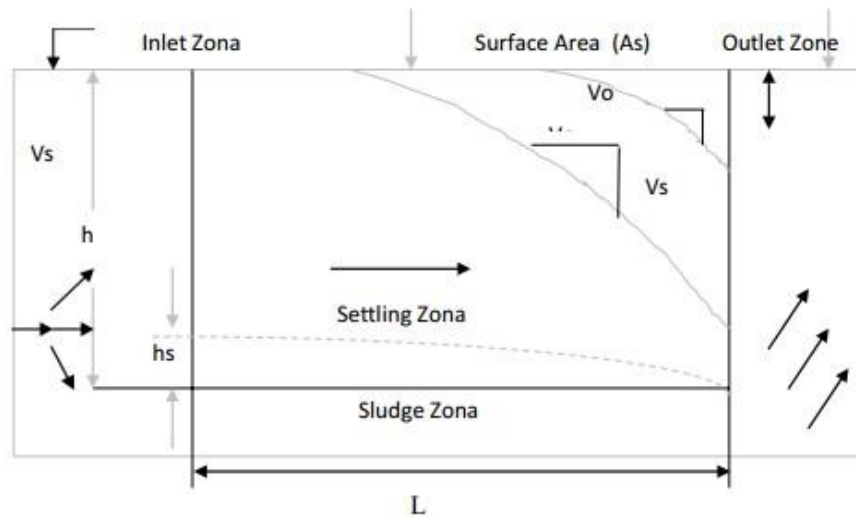
### 2.3.5 Sedimentasi

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 :

- a. Pengendapan awal dari air permukaan sebelum pengolahan oleh unit saringan pasir cepat.
- b. Pengendapan air yang telah melalui proses prasedimentasi sebelum memasuki unit saringan cepat.
- c. Pengendapan air yang telah melalui proses penyemprotan desinfektan pada instalasi yang menggunakan pipa dosing oleh alum, soda, NaCl, dan *chlorine*.
- d. 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 :

- 1) Pengendapan Tipe I (*Free Settling*)
- 2) Pengendapan Tipe II (*Flocculent Settling*)
- 3) Pengendapan Tipe III (*Zone/Hindered Settling*)
- 4) Pengendapan Tipe IV (*Compression Settling*)



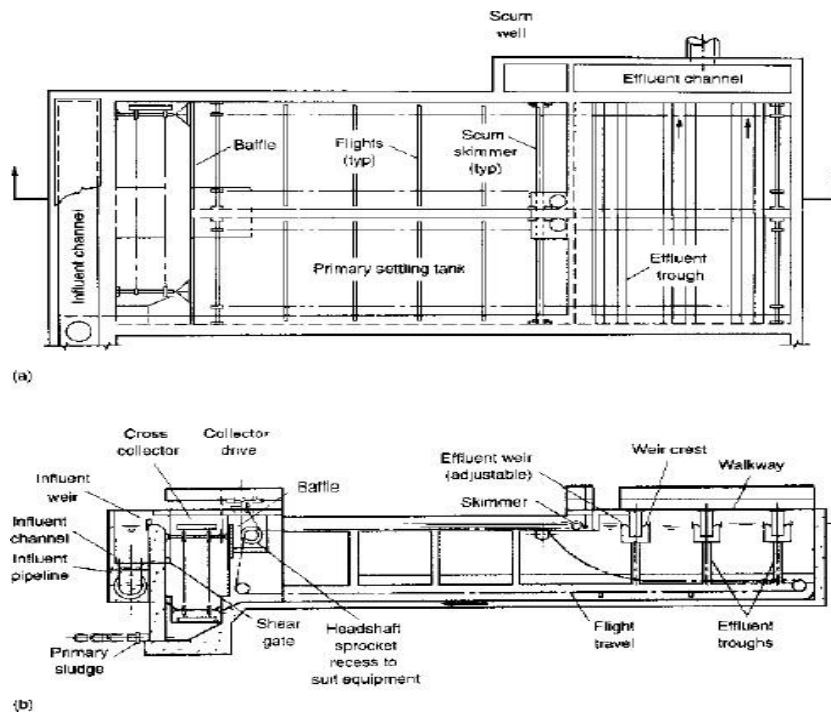
**Gambar 2. 16** Zona Pada Bak Sedimentasi

(Sumber : Al Layla. *Water Supplay Engineering Desain*)

Pada setiap zona sedimentasi terjadi proses - proses sebagai berikut :

- Zona Inlet  
Terjadi distribusi aliran yang menuju zona settling ( $\pm 25\%$  panjang bak).
- Zona Settling  
Terjadi proses pengendapan yang sesungguhnya.
- Zona Sludge  
Sebagai ruang lumpur, dimana konfigurasi dan kedalamannya tergantung pada metode pengurasan dan jumlah endapan lumpur. Untuk partikel 75% mengendap pada  $1/5$  volume bak.
- Zona Outlet  
Pada zona ini dihasilkan air yang jernih tanpa suspensi yang ikut terbawa.

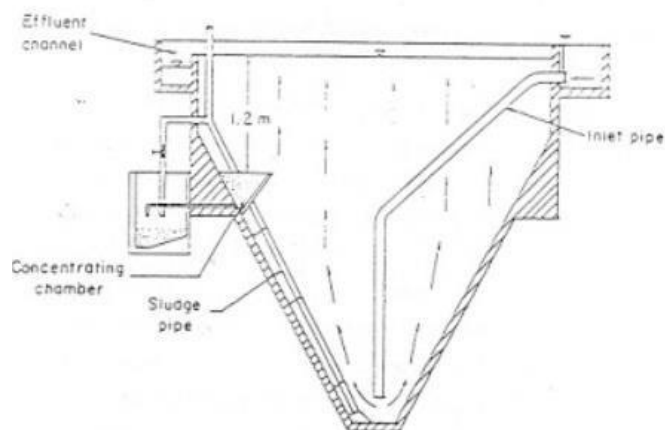




**Gambar 2. 17** Denah dan Potongan Sedimentasi Rectangular

(Sumber: Metcalf & Eddy. 2003)

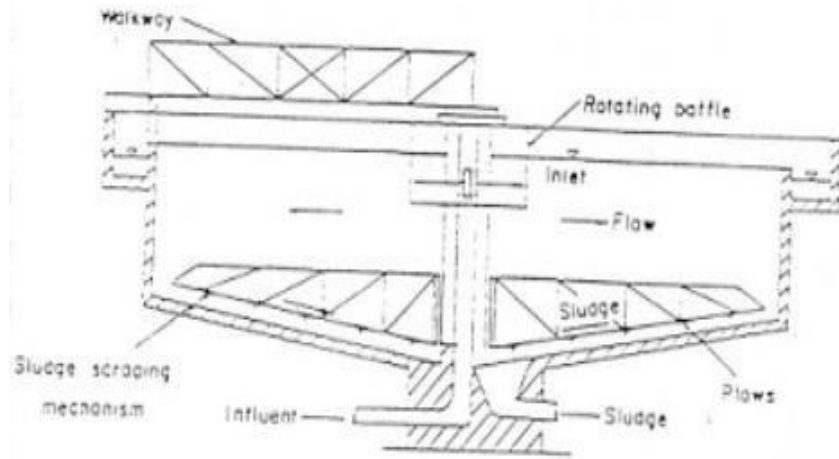
1. Lingkaran (*circular*) – *center feed*, dimana air masuk melalui pipa menuju inlet bak di bagian tengah bak dan kemudian mengalir secara horizontal dari inlet menuju outlet di sekeliling bak.



**Gambar 2. 18** Bak Sedimentasi Circular Center Feed

(Sumber : Metcalf & Eddy. 2003)

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



**Gambar 2. 19** Bak Sedimentasi Circular Peripheral Feed

(Sumber : Metcalf & Eddy. 2003)

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).

**Tabel 2. 6** Kriteria Perencanaan Sedimentasi Tipe 2

<i>Item</i>	<i>U.S customary units</i>			<i>S.I units</i>		
	<i>Unit</i>	<i>Rentang</i>	<i>Typical</i>	<i>Unit</i>	<i>Rentang</i>	<i>Typical</i>
<i>Primary sedimentation tanks followed by secondary treatment</i>						
Waktu tinggal	Jam	1,2-1,2	2	Jam	1,5-1,2	2
Kecepatan alir						
Rata-rata	Gal/ft <sup>2</sup> s	800-1200	1000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s	30-50	40
Puncak	Gal/ft <sup>2</sup> s	2000-3000	2500	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s	80-120	100
<i>Item</i>	<i>U.S customary units</i>			<i>S.I units</i>		
	<i>Unit</i>	<i>Rentang</i>	<i>Typical</i>	<i>Unit</i>	<i>Rentang</i>	<i>Typical</i>
<i>Weir loading</i>	Gal/ft <sup>2</sup> s	10000-40000	20000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s	125-500	250
<i>Primary settling with waste activated sludge return</i>						
Waktu tinggal	Jam	1,5-2,5	2	Jam	1,5-2,5	2
Kecepatan alir						
Rata-rata	Gal/ft <sup>2</sup> s	600-800	1000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s	24-32	28
Puncak	Gal/ft <sup>2</sup> s	1200-1700	1500	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s	48-70	60
<i>Weir loading</i>	Gal/ft <sup>2</sup> s	10000-40000	20000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s	125-500	250

(Sumber: Metcalf & Eddy. 2003)

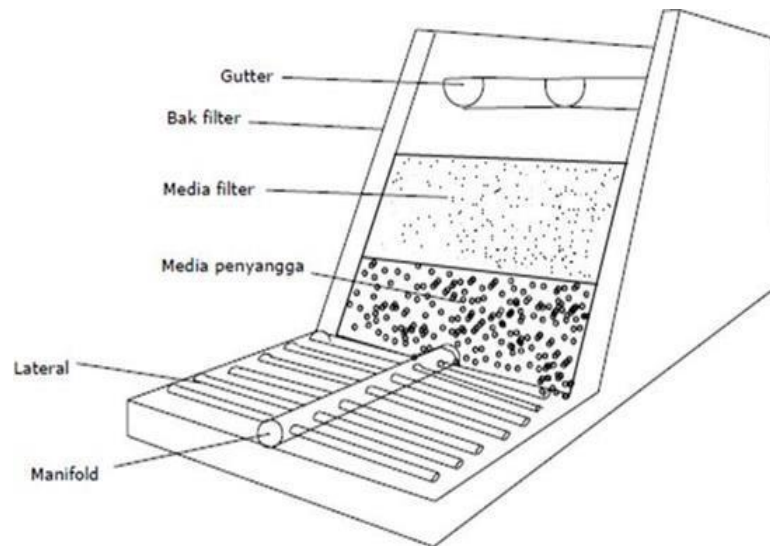
### 2.3.6 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan zat padat dari suatu cairan yang membawanya dengan memakai medium berpori atau bahan berpori lain untuk menyisahkan zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Pada proses pengolahan air minum, filtrasi digunakan untuk menyaring hasil dari proses koagulasiflokulasi-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 ; (Masduqi, 2016).

- a) Bak filter yang berfungsi sebagai tempat proses filtrasi berlangsung.
- b) Media filter yang berupa media dengan bahan berbutir tempat berlangsungnya penyaringan.
- c) Sistem *underdrain* yang berfungsi sebagai system pengaliran air yang telah melewati proses filtrasi. Sistem underdrain terdiri atas orifice, lateral, dan manifold.



**Gambar 2. 20** Struktur Filter Pasir Cepat

(Sumber : Reynold & Richards. 1996)

Keuntungan menggunakan rapid sand filters adalah area yang digunakan tidak begitu luas, pasir yang dibutuhkan lebih sedikit, kurang sensitif terhadap perubahan kualitas air baku, dan waktu yang dibutuhkan relatif lebih cepat jika dibandingkan dengan slow sand filters. Sedangkan kekurangan dari rapid sand filters adalah tidak dapat mengurangi kadar bakteri di dalam air, membutuhkan biaya yang mahal, membutuhkan keahlian khusus dan menghasilkan lumpur yang banyak.

Media filter dapat tersusun dari pasir silika alami, anthrasit, atau pasir garnet. Media ini umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk dan komposisi kimia. Pemilihan media filter yang digunakan dilakukan dengan analisis ayakan. Hasil ayakan suatu media filter digambarkan dalam kurva akumulasi distribusi untuk mencari ukuran efektif dan keseragaman media yang diinginkan.

Dalam perencanaan bangunan pengolahan air minum ini menggunakan *Rapid Sand Filter* (Filter Pasir Cepat) karena mempunyai kecepatan filtrasi cepat, berkisar 6 hingga 11 m/jam. Filter ini selalu didahului dengan proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan untuk memisahkan padatan tersuspensi. Jika kekeruhan pada influen filter pasir cepat berkisar 5- 10 NTU maka efisiensi penurunan kekeruhannya dapat mencapai 90-98% (Masduqi & Assomadi, 2012:171). Kriteria desain pasir cepat dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Kriteria Perencanaan Rapid Sand Filter

No	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 – 11	6 – 11
2	Pencucian:		
	Sistem pencucian	Tanpa/dengan blower & atau	Tanpa/dengan blower & atau
	Kecepatan (m/jam)	<i>surface wash</i> 36 – 50	<i>surface wash</i> 36 – 50
	Lama pencucian (menit)	10 – 15	10 – 15
	Periode antara dua pencucian (jam)	18 – 24	18 – 24
	Ekspansi (%)	30 – 50	30 – 50
3	Dasar filter		
	Lapisan penyangga dari atas ke bawah	80 – 100	80 – 100
	Kedalaman (mm)	2 – 5	2 – 5
	ukuran butir (mm)	80 – 100	80 – 100
	Kedalaman (mm)	5 – 10	5 – 10
	ukuran butir (mm)	80 – 100	80 – 100
	Kedalaman (mm)	10 – 15	10 – 15
	ukuran butir (mm)	80 – 150	80 – 150
	Kedalaman (mm)	15 – 30	15 – 30
	ukuran butir (mm)		
	Filter Nozel	< 0,5	< 0,5
	Lebar slot nozel (mm)	> 4%	> 4%
	Presentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)		

(Sumber : SNI 6774-2008)

### 2.3.7 Desinfeksi

Desinfeksi diartikan sebagai destruksi mikroba patogen. Desinfeksi pada pengolahan air memiliki beberapa metode, yaitu secara fisik, kimia dan radiasi. Pada metode fisik, perlakuan yang diberikan yaitu berupa cahaya dan panas, contohnya seperti memanaskan air yang akan diolah hingga titik didih dimana sel mikroba akan hancur. Pada metode secara radiasi, perlakuan yang diberikan yaitu dengan mengontakkan air yang akan diolah dengan sinar *ultraviolet* hingga sel mikroba menjadi hancur. Sedangkan pada metode kimia, perlakuan yang diberikan yaitu dengan membubuhkan zat kimia kedalam air yang akan diolah. Pada desinfeksi dengan metode kimia, yaitu dengan membubuhkan bahan kimia untuk proses desinfeksi, yaitu desinfektan. Bahan kimia yang umumnya digunakan yaitu *klor* dan senyawanya, *bro*, *iodine*, *ozone*, dan lain sebagainya. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses desinfeksi antara lain (Masduqi, 2016) :

- a) Waktu kontak
- b) Jenis desinfektan
- c) Konsentrasi desinfektan
- d) Suhu
- e) Jumlah mikroba
- f) Jenis mikroba

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.



**Gambar 2. 21** Bak Desinfeksi

Dalam perancangan kali ini, kami menggunakan metode desinfeksi dengan gas klor. Metode ini bertujuan untuk mengoksidasi logam-logam, membunuh mikroorganisme seperti plankton dan juga membunuh spora dari lumut, jamur, dan alga. Konsentrasi yang diberikan adalah 2-3 gr/m<sup>3</sup> air, tergantung pada turbiditas air (Park et al., 2008).

Klorin digunakan karena memiliki kecepatan oksidasi lebih besar dari aerasi, dan mampu mengoksidasi besi yang berikatan dengan zat organik. pH yang baik pada 8-8,3 oksidasi besi membutuhkan waktu 15-30 menit. Pada umumnya proses standar penurunan Fe dan Mn menggunakan koagulasi dengan alum, flokulasi, pengendapan, dan filtrasi dengan didahului proses preklorinasi. Dosis sisa klor yang dianjurkan 0,2-0,5 mg/l (Said, 2009).

Perlu dilakukan percobaan Daya Pengikat Chlor (DPC) untuk mengetahui dosis senyawa chlor (Cl<sub>2</sub>) yang dibutuhkan oleh air untuk proses desinfeksi (membunuh bakteri). Daya Pengikat Chlor ditentukan cara selisih antara chlor yang dibubuhkan dengan sisa chlor setelah kontak setelah kontak selama 30 menit (Sawyer et al., 2003).

### **2.3.8 Reservoir**

Reservoir adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Umumnya reservoir ini diperlukan pada suatu sistem penyediaan air bersih yang melayani suatu kota. Reservoir mempunyai fungsi dan peranan tertentu yang diperlukan agar sistem penyediaan air bersih tersebut dapat berjalan dengan baik.



Fungsi utama dari reservoir adalah untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit pemakaian air. Seringkali untuk waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat selalu sama besarnya dengan debit pemakaian air. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air, maka kelebihan air tersebut untuk sementara disimpan dalam reservoir, dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air.

Berdasarkan tinggi relatif reservoir terhadap permukaan tanah sekitarnya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

1. *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.

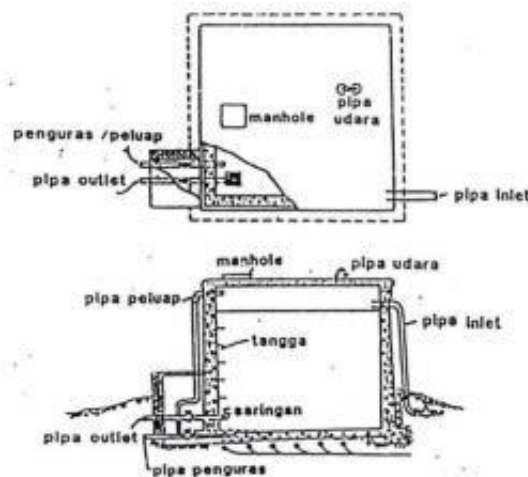


**Gambar 2. 22** Elevated Reservoir (Menara Reservoir)

(Sumber : *google.com*)

2. *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.



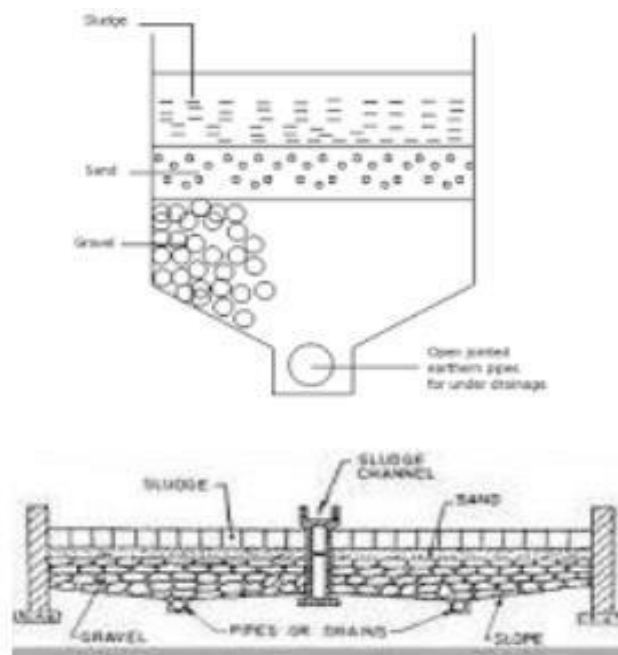
**Gambar 2. 23** Ground Reservoir (Reservoir Permukaan)

### 2.3.9 Sludge Drying Bed (SDB)

Sludge drying bed pada umumnya digunakan untuk pengumpulan padatan lumpur atau *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. 24** Struktur 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)

#### **2.4 Profil Hidrolis**

Profil hidrolis digambarkan untuk mendapatkan tinggi muka air pada masing masing unit instalasi. Profil ini menunjukkan adanya kehilangan tekanan (*headloss*) yang terjadi akibat pengaliran pada bangunan. Beda tinggi setiap unit instalasi dapat ditentukan sesuai dengan sistem yang digunakan serta perhitungan kehilangan tekanan baik pada perhitungan yang telah dilakukan pada bab masing – masing bangunan sebelumnya maupun yang langsung dihitung pada bab ini. Profil Hidrolis IPAM merupakan upaya penyajian secara grafis “hydrolic grade line” dalam instalasi pengolahan atau menyatakan elevasi

unit pengolahan [*influent - effluent*] dan perpipaan untuk memastikan aliran air mengalir secara gravitasi, mengetahui kebutuhan pompa, memastikan tidak terjadi banjir atau luapan air akibat aliran balik.

Profil hidrolis adalah faktor yang penting demi terjadinya proses pengaliran air. Profil ini tergantung dari energi tekan/head tekan (dalam tinggi kolom air) yang tersedia bagi pengaliran. Head ini dapat disediakan oleh beda elevasi (tinggi ke rendah) sehingga air pun akan mengalir secara gravitasi. Jika tidak terdapat beda elevasi yang memadai, maka perlu diberikan *head* tambahan dari luar, yaitu dengan menggunakan pompa.

### **2.5 Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021**

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 mengatur tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang mengatur mengenai baku mutu air minum. Baku mutu air minum ini dibagi menjadi empat kelas yaitu :

- a) Kelas satu : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b) Kelas dua : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- c) Kelas tiga : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama
- d) Kelas empat : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain

### **2.6 Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023**

Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 2 Tahun 2023 mengatur tentang Standar Baku Mutu Air Minum. Peraturan ini menetapkan persyaratan kesehatan air minum, yang meliputi parameter fisika, kimia, mikrobiologi, dan radioaktivitas. Air minum yang memenuhi standar baku mutu ini diharapkan

aman untuk kesehatan. Permenkes ini juga membedakan antara air untuk keperluan higiene sanitasi dan air minum, serta menetapkan parameter yang harus dipenuhi untuk keduanya. Selain itu, Permenkes No. 2 Tahun 2023 juga mengacu pada Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, yang sebelumnya digunakan sebagai acuan untuk baku mutu air minum.

### **2.7 Perbedaan Unit Prasedimentasi dengan Unit Sedimentasi**

Unit prasedimentasi dan sedimentasi pada pengolahan air minum memiliki perbedaan dalam fungsinya. Prasedimentasi adalah unit pengolahan air minum yang bertujuan untuk mengendapkan partikel diskret yang relatif mudah mengendap, sedangkan sedimentasi adalah unit pengolahan air yang berfungsi untuk mengendapkan hasil proses koagulasi-flokulasi.

Prasedimentasi bertujuan untuk mengurangi beban unit pengolahan air selanjutnya, sementara sedimentasi bertujuan untuk pengendapan air permukaan, pengendapan flok koagulasi dan flokulasi, serta pengendapan lumpur pada penyisihan besi dan mangan. Dengan demikian, prasedimentasi lebih fokus pada pengendapan partikel diskret, sementara sedimentasi lebih fokus pada pengendapan hasil proses koagulasi-flokulasi dan partikel-partikel lainnya yang lebih halus.