

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Karakteristik Air Baku**

Pada perancangan pengolahan air minum kali ini bersumber dari air permukaan yaitu air Sungai Brantas. Berikut merupakan karakteristik yang dimiliki oleh air Sungai Brantas:

##### **2.1.1 Total *Coliform***

Penelitian ilmiah dalam bidang sanitasi dan kualitas air telah mengakui pentingnya parameter total *coliform* sebagai indikator utama kontaminasi fecal dalam air minum dan sumber air lainnya. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Beuchat (1981), total *coliform* digunakan sebagai indikator kualitas sanitasi makanan dan air di fasilitas pengolahan makanan. Penelitian ini menekankan pentingnya pengendalian sanitasi yang tepat dalam mencegah penyakit yang ditularkan melalui makanan dan air. Hasil penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya memonitor dan mengendalikan total *coliform* dalam upaya menjaga kebersihan dan keselamatan pangan.

##### **2.1.2 Kekeruhan**

Kekeruhan merupakan suatu ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar guna mengukur keadaan air baku menggunakan skala NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Penyebab terjadinya kekeruhan dapat diakibatkan oleh bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan buangan yang dihasilkan oleh suatu industri. Kekeruhan dapat bersifat organik maupun anorganik. Zat organik berasal dari lapukan tanaman dan hewan, sedangkan zat anorganik biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam (Febiary Irfan dkk, 2016). Pada proses pengolahan air minum kekeruhan tidak boleh lebih dari 5 NTU, dengan demikian penurunan kadar kekeruhan diperlukan dalam proses pengolahan air sungai menjadi air minum. Penurunan kekeruhan ini sangat diperlukan karena selain ditinjau dari segi estetika yang kurang baik juga proses desinfeksi untuk air keruh sangat sukar, hal ini disebabkan karena penyerapan beberapa koloid dapat melindungi organisme dari desinfektan (Joko, 2010).

### 2.1.3 Besi (Fe)

Fe (*ferrum*) merupakan salah satu unsur logam yang berbahaya bagi tubuh manusia ketika dalam dosis tinggi. Fe atau yang biasa disebut dengan besi jika dikonsumsi dalam dosis tinggi akan bersifat toksik, sedangkan pada kondisi rendah akan mengakibatkan defisiensi Fe. Sifat toksik ketika melebihi ambang batas dapat menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru jika ditinjau dari segi kesehatan dan menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri, dan kekeruhan jika ditinjau secara perubahan fisik di lingkungan. Jika air memiliki kandungan Fe (besi) dengan dosis yang tinggi akan menyebabkan air minum memiliki rasa yang tidak enak. Oleh karena itu, kadar besi dalam air dengan dosis yang tinggi harus dikurangi dengan cara melakukan pengolahan secara aerasi, yaitu dengan memberikan kontak langsung dengan udara. Hal ini bertujuan agar terbentuk  $Fe^{3+}$  yang dapat mengendap dalam air (Waluyo, 2007 dalam Febiary Irfan dkk, 2016).

### 2.1.4 pH

pH (derajat keasaman) merupakan indikator kebasahan atau keasaman dari suatu larutan dengan menggambarkan sebagai logaritma dari ion hidrogen terlarut. Koefisiennya ditentukan melalui pengukuran perhitungan teoritis, bukan melalui eksperimen. Kadar pH dalam air dapat menyebabkan adanya ketidakseimbangan asam dan alkali dalam tubuh. Pada proses pengolahan air bersih sebaiknya tidak asam dan basa (netral) untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air pengolahan air bersih. pH memiliki nilai dari 1 hingga 14 dan pada umumnya air yang normal memiliki pH 6 hingga pH 8. Sedangkan ada yang menyebutkan bahwa nilai  $pH = 7$  adalah kondisi perairan netral, nilai  $pH < 7$  (lebih kecil dari 7) menunjukkan kondisi air bersifat asam, dan nilai  $pH > 7$  (lebih besar dari tujuh) merupakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003).

### 2.1.5 Amonia ( $NH_3$ )

Amonia merupakan gas tidak berwarna yang menyebabkan iritasi dengan bau menyengat, mirip bau bahan atau cairan pembersih (V. Pattabathula and J. Richardson, 2016). Dalam perairan, amonia dapat meracuni kehidupan air pada pH dan suhu yang tinggi. Pada perairan terdapat 2 bentuk amonia, yaitu ( $NH_3$ ) dan

kation amonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Pada pengolahan air minum biasanya akan mengambil sumber air baku melalui air permukaan seperti sungai. Berdasarkan sumbernya, amonia dibedakan menjadi sumber alami dan antropogenik. Amonia alami kebanyakan dihasilkan oleh dekomposisi bahan organik dari tanaman serta bangkai hewan maupun penambahan pupuk alami dan fiksasi nitrogen. Amonia antropogenik meliputi limbah kegiatan manusia yang menghasilkan amonia, seperti limbah pertanian dan limbah industri.

### **2.1.6 TDS**

*Total Dissolved Solid (TDS)* merupakan jumlah material yang terlarut di dalam air dapat berupa bikarbonat, karbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, ion-ion organik, senyawa koloid, dan lain-lain (WHO, 2003). TDS atau biasa disebut kelarutan zat padat dalam air biasanya dapat diketahui pada perairan permukaan seperti sungai. Pada musim kemarau air sungai akan terlihat hijau karena adanya ganggang dalam air, sedangkan pada musim penghujan air sungai terlihat keruh yang disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi dalam air. Padatan total adalah bahan yang tersisa setelah air sample mengalami evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu (Ruseffandi, M. A., & Gusman, M., 2020).

## **2.1 Bangunan Pengolahan Air Minum**

### **2.2.1 Intake, Screen, dan Bak Penampung**

#### **2.2.1.1 Intake**

*Intake* adalah bangunan yang biasa ditemukan di daerah sumber air permukaan seperti sungai dan danau. Bangunan ini berfungsi sebagai penangkap air yang diambil dari sumber air baku, kemudian dialirkan menuju unit pengolahan berikutnya. Jika ditinjau dari cara pengambilannya, bangunan *intake* memiliki 2 (dua) (Kawamura, 1991) yaitu:

1. *Intake* gravitasi

*Intake* gravitasi merupakan bangunan penangkap air dari sumber air yang menggunakan prinsip gravitasi. Pada dasarnya *intake* jenis ini hanya mengandalkan elevasi untuk masuknya air ke dalam *intake* dan tidak menggunakan sentuhan teknologi.

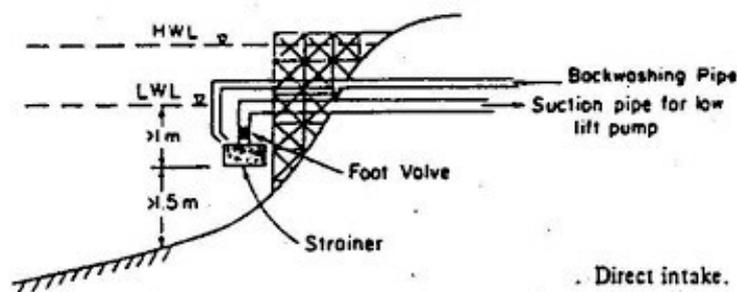
## 2. Intake pemompaan

*Intake* pemompaan merupakan bangunan penangkap air dari sumber air menggunakan bantuan pompa. Dalam hal ini pompa akan membantu menangkap air dengan cara memompa aliran air melawan gravitasi untuk disalurkan ke penampung, kemudian dilanjutkan menuju pengolahan berikutnya.

Bangunan *intake* memiliki berbagai jenis dan kegunaan sesuai kebutuhan yang ada. Menurut Kawamura (2000), bangunan intake memiliki tipe atau jenis yang bermacam-macam, antara lain:

### 1. Bangunan penyadap langsung (*direct intake*)

Penggunaan *direct intake* biasanya untuk sumber air permukaan seperti sungai dan danau dengan kedalaman yang tinggi. *Intake* jenis ini dapat memungkinkan terjadinya erosi pada dasar dinding, hal ini terjadi karena bagian dasar permukaan tidak terdapat struktur bangunan penahan.



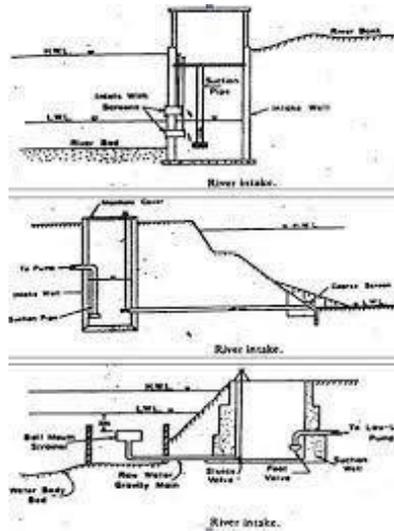
**Gambar 2.1** Direct Intake

(Sumber: Kawamura, 2000)

## 2. Bangunan penyadap tidak langsung (*indirect intake*)

### a. *River intake*

Bangunan ini mengandalkan pipa penyadap dengan bentuk sumur pengumpul. Konsep bangunan ini mengumpulkan air terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke unit berikutnya. *River intake* cocok digunakan untuk sungai yang memiliki perbedaan level muka air di musim penghujan dan musim kemarau cukup tinggi.

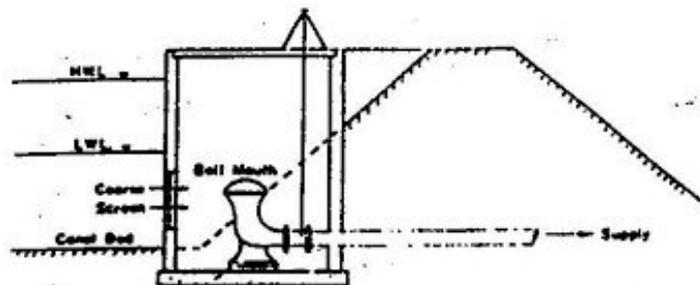


**Gambar 2.2** River Intake

(Sumber: Kawamura, 1991)

b. *Canal intake*

Bangunan ini biasanya ditemukan pada kanal air. Pada dasarnya *intake* sebagai bangunan penangkap air, bangunan ini akan menangkap aliran air dari kanal menggunakan dinding chamber atau pintu air yang mengarah ke kanal. Dibalik dinding *chamber* dilengkapi pipa yang akan menyalurkan ke unit berikutnya.

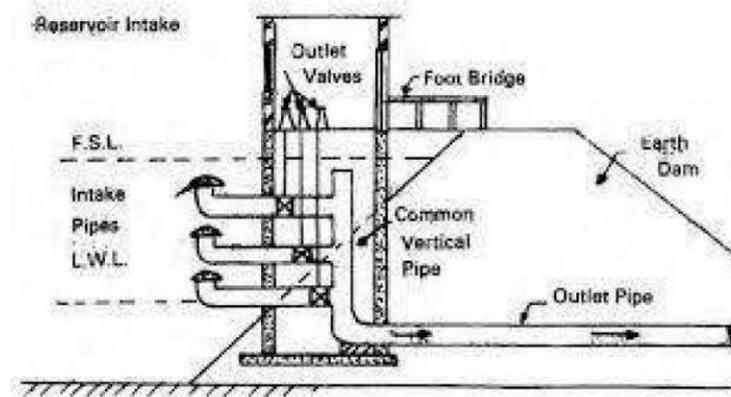


**Gambar 2.3** Canal Intake

(Sumber: Kawamura, 1991)

c. *Reservoir intake*

Bangunan *intake* ini digunakan pada sumber air yang berasal dari bendungan atau dam air. Pada bangunan ini memiliki menara *intake* yang berguna sebagai operator dan pengawasan *intake*. Pada menara ini terdapat *inlet* dengan ketinggian berbagai level yang berguna untuk mencegah fluktuasi muka air.

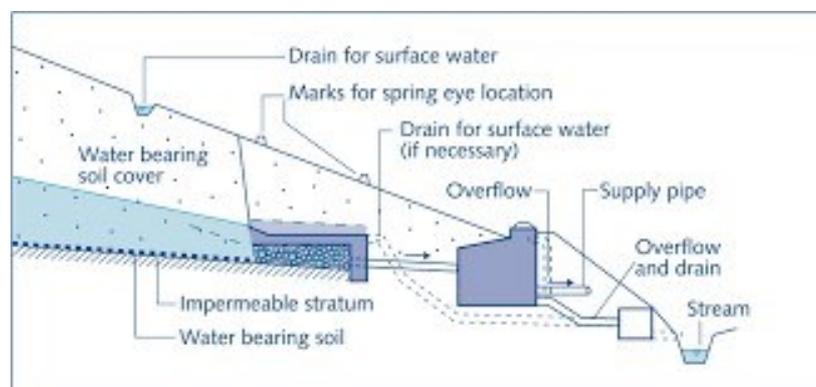


**Gambar 2.4** *Reservoir Intake*

(Sumber: Kawamura, 1991)

d. *Spring intake*

Bangunan *spring intake* secara mudahnya yaitu *intake* yang berfungsi menangkap air pada sumber air baku tanah atau mata air. Pada bangunan ini terdapat pipa dan bangunan yang tertanam pada tanah atau mata air, kemudian akan ditampung pada *spring box* dan selanjutnya akan disalurkan pada pengolahan berikutnya.

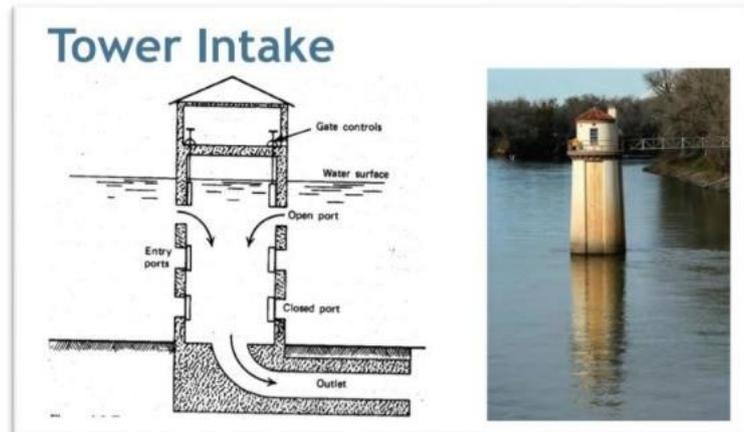


**Gambar 2.5** *Spring Intake*

(Sumber: SSWM (sustainable sanitation and water management))

e. *Intake tower*

Bangunan ini digunakan untuk menangkap air pada kedalaman tertentu yang secara spesifik dibangun pada dasar air. Bangunan ini dapat menggunakan pompa atau secara langsung dapat menampung air menggunakan gravitasi berdasarkan ketinggian air.



**Gambar 2.6** Intake Tower

(Sumber: *Collection and Distribution of water by Zerihun Alemayehu*)

f. *Gate intake*

Bangunan *gate intake* ini pada dasarnya seperti pintu air yang memiliki *bar screen* untuk menyaring air yang masuk sebelum dilirkan menuju pengolahan berikutnya.

**2.2.1.2 Screen**

*Bar screen* atau unit *screening* dalam proses pengolahan air baik air bersih maupun air limbah berfungsi sebagai penyaring atau penghilang padatan kasar yang berasal dari *inlet* pengolahan. Padatan kasar yang dihilangkan merupakan padatan yang terbawa dari sumber air baku pada proses pengolahan air bersih dan padatan yang berasal dari sisa hasil produksi pada proses pengolahan air limbah. Padatan ini berupa padatan kasar seperti kayu, bahan-bahan dari plastik, daun, ranting pasir, kerikil, kain dan lain-lain dengan ukuran  $> 0,5 - 1,0$  cm sehingga tidak mengganggu proses pengolahan pada bangunan pengolahan air buangan selanjutnya (Metcalf & Eddy et al., 2007). Padatan yang diperoleh dari proses *screening* di unit *bar screen* akan di akumulasikan, dikeringkan, dan disimpan sebelum akhirnya dibuang.

Peran dari unit *screening* ini adalah untuk menghilangkan bahan-bahan kasar dari aliran yang mampu (1) merusak peralatan unit pengolahan berikutnya (2) mengurangi kinerja dan efektivitas unit proses pengolahan secara keseluruhan; dan (3) dan mencemari saluran air. Menurut Reynold & Richards (1996), terdapat 2 jenis *bar screen* menurut mekanisme operasinya yaitu dengan pembersihan manual

dan mekanik. Adapun ditinjau dari jenisnya terdapat *fine screen* (saringan halus) dan *coarse screen* (saringan kasar).

### 2.2.1.3 Bak Penampung

Bak penampung merupakan unit penyeimbang di mana debit dan kualitas limbah yang akan menuju unit selanjutnya harus sudah dalam kondisi konstan. Bak penampung akan menampung sementara air limbah pada periode waktu tertentu dan mengalirkan air dari bangunan ke bangunan pengolah air limbah lainnya. Bak penampung dimanfaatkan ketika ada pembersihan atau perbaikan unit yang membutuhkan waktu lama atau mengharuskan proses pengolahan limbah dihentikan, sehingga limbah dari industri dapat disimpan pada bak penampung. Berikut merupakan gambar bak penampung berbentuk persegi panjang.

### 2.2.2 Prasedimentasi

Prasedimentasi pada umumnya 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 sering digunakan adalah *rectangular* dan *circular* serta terdiri dari empat zona, yaitu zona *inlet*, zona pengendapan, zona *oulet*, dan zona lumpur. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengendapan adalah *overflow rate*, kecepatan horizontal ( $vh$ ), bilangan Reynold partikel, serta karakteristik aliran (Reynolds & Richards, 1996). Bak pengendap pertama (prasedimentasi) terdiri dari empat ruangan yaitu:

1. Zona *inlet*

Zona *inlet* merupakan tempat menghaluskan aliran transisi, dari aliran *influent* ke aliran *steady uniform* di zona *settling* (aliran laminar).

2. Zona pengendapan

Zona pengendapan merupakan tempat terjadinya proses pengendapan atau pemisahan partikel diskrit pada air.

### 3. Zona lumpur

Zona lumpur merupakan tempat menampung material yang mengendap bersama lumpur.

### 4. Zona *oulet*

Zona *oulet* merupakan tempat menghaluskan aliran transisi, dari zona *settling* ke aliran *effluent*, serta mengatur debit *effluent* (Qasim dkk, 2000)

## 2.2.3 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).



**Gambar 2.7** Bak Aerasi

(Sumber: <https://bit.ly/40P8uhr>)

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 sebagai berikut:

1. Penambahan jumlah oksigen,
2. Penurunan jumlah *carbon dioxide* (CO<sub>2</sub>), dan
3. Menghilangkan *hydrogen sulfide* (H<sub>2</sub>S), *methan* (CH<sub>4</sub>), serta berbagai senyawa senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau.

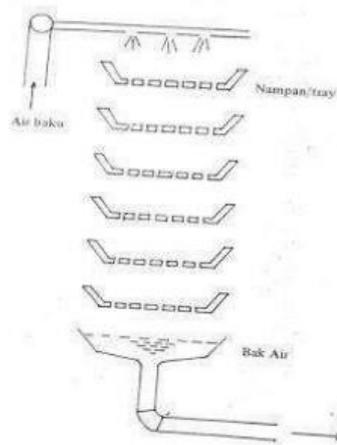
Hasil pengolahan air dengan metoda aerasi bermanfaat untuk menghasilkan air minum yang baik. Penurunan jumlah karbon dalam air sehingga bisa berbentuk dengan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) yang dapat menimbulkan masalah. Aerasi secara luas telah digunakan untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan 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 selanjutnya akan bereaksi dengan senyawa ferus dan manganous terlarut merubah menjadi ferri (Fe) dan *manganic oxide hydrate* yang tidak bisa larut. Setelah itu dilanjutkan dengan pengendapan (sedimentasi) atau penyaringan (filtrasi). Perlu 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 *oxygen* 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.

Penurunan *carbon dioxide* (CO<sub>2</sub>) oleh *waterfall aerators* cukup berarti, tetapi tidak memadai apabila dari yang sangat korosif. Pengolahan selanjutnya seperti pembubuhan kapur atau dengan saringan marmar atau dolomite yang dibakar masih dibutuhkan. Jenis-jenis metode aerasi antara lain sebagai berikut:

- a. *Waterfall aerator* (aerator air terjun)

Pengolahan air aerasi dengan metoda *waterfall* atau *multiple aerator* seperti pada gambar, susunannya sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruang yang kecil.

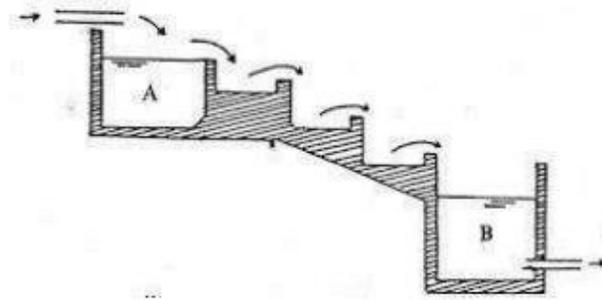


**Gambar 2.8** Multiple Tray Aerator

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 ke bawah 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 berdiameter kecil atau lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel.

b. *Cascade aerator*

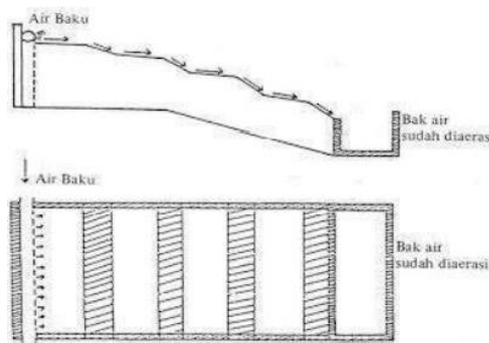
Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4 – 6 step/tangga, setiap step kira-kira ketinggian 30 cm dengan kapasitas kira-kira ketebalan 0,01 m<sup>3</sup>/det permeter kuadrat. Untuk menghilangkan gerak putaran (*turbulence*) guna menaikkan efisiensi aerasi, hambatan sering di tepi peralatan pada setiap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



**Gambar 2.9** Cascade Aerator

c. *Submerged cascade aerator*

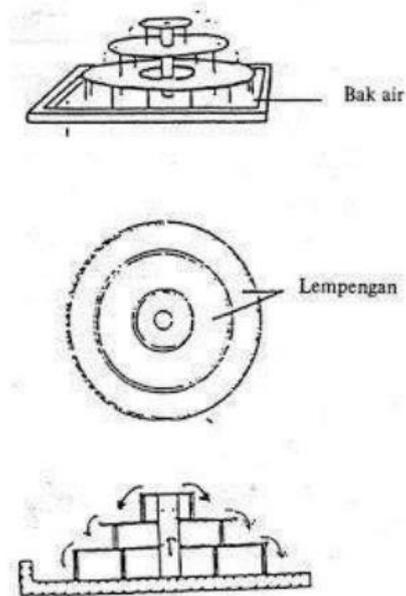
Aerasi tangga aerator seperti pada gambar di bawah ini penangkapan udaranya terjadi pada saat air terjun dari lempengan lempengan trap yang membawanya. Oksigen kemudian dipindahkan dari gelembung-gelembung udara ke dalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi dalam 3 – 5 step. Kapasitas bervariasi antara 0,005 dan 05 m<sup>3</sup>/det per meter luas.



**Gambar 2.10** Submerged Cascade Aerator

d. *Multiple platform aerator*

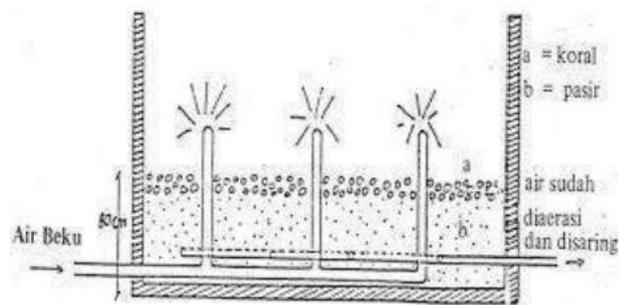
Memakai prinsip yang sama, lempengan-lempengan untuk menjatuhkan air guna mendapatkan kontak secara penuh udara terhadap air.



**Gambar 2.11** Multiple Platform Aerator

e. *Spray aerator*

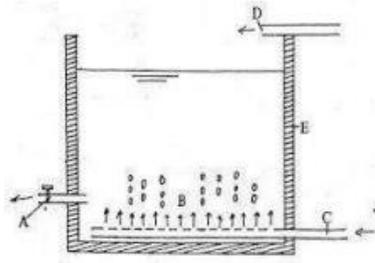
Terdiri atas nosel penyemprot yang tidak bergerak (*stationary nozzles*) dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara di sekeliling pada kecepatan 5 – 7 m/detik. *Spray aerator* sederhana diperlihatkan pada gambar dengan pengeluaran air ke arah bawah melalui batang-batang pendek dari pipa yang panjangnya 25 cm dan diameter 15 – 20 mm. Piringan melingkar ditempatkan beberapa sentimeter di bawah setiap ujung pipa, sehingga bisa berbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi tetesan-tetesan yang halus. *Nozzle* untuk *spray aerator* bentuknya bermacam-macam, ada juga nosel yang dapat berputar-putar.



**Gambar 2.12** Spray Aerator

f. 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.



**Gambar 2.13** Bubble Aerator

g. *Multiple tray aerator*

*Multiple tray aerator* terdiri dari suatu rangkaian bak yang disusun seperti rak (tray) dan dilubangi pada bagian dasarnya. Air dialirkan dari puncak berupa air terjun kecil yang kemudian didistribusikan secara merata pada masing-masing rak (tray) dan kemudian dikumpulkan pada suatu bak di bagian dasarnya (*collecting pons*). Pemerataan distribusi air di atas tray sangat penting untuk memperoleh efisiensi perpindahan gas secara maksimum. Media kasar seperti arang, batu atau bola keramik yang ukurannya berkisar antara 26 inch (5 – 15 cm) adalah sangat penting untuk digunakan, karena dapat meningkatkan efisiensi pertukaran gas, sebagai efek katalis dari mangan oksida.

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

Secara garis besar, desain dan karakteristik operasional aerator dapat digolongkan menjadi beberapa macam (Qasim, 2000) sebagai berikut:

**Tabel 2.1** Desain dan Karakteristik Operasional Aerator

<b>Aerator</b>	<b>Penyisihan</b>	<b>Spesifikasi</b>
Aerator gravitasi: <i>cascade</i>	20% – 45% CO <sub>2</sub>	Tinggi: 1 – 3 m Luas: 85 – 105 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> .det Kecepatan aliran: 0,3 m/det
<i>Packing tower</i>	> 95% VOC	Diameter kolom maksimum: 3 m
	> 90% CO <sub>2</sub>	Beban hidrolis: 2000 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari
<i>Tray</i>	> 90% CO <sub>2</sub>	Kecepatan: 0,8 – 1,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .menit Kebutuhan udara: 7,5 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> air Jarak rak ( <i>tray</i> ): 30 – 75 cm Luas: 50 – 160 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .det
<i>Spray aerator</i>	70% – 90% CO <sub>2</sub>	Tinggi 1,2 – 9 m
	25 – 40 H <sub>2</sub> S	Diameter <i>nozzle</i> : 2,5 – 4 cm Jarak <i>nozzle</i> : 0,6 – 3,6 m Debit <i>nozzle</i> : 5 – 10 l/det
<i>Aerator berdifusi</i>	80% VOCs	Luas bak: 105-320 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .det Tekanan semprotan: 70 kPa Waktu detensi: 10 – 30 menit Udara: 0,7 – 1,1 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> air Angka kedalaman: 2,7 – 4,5 Lebar: 3 – 9 m Lebar/kedalaman < 2 Volume maksimum: 150 m <sup>3</sup> Diameter lubang <i>diffuser</i> : 2 – 5 mm
Aerator mekanik	70 – 90% CO <sub>2</sub>	Waktu detensi: 10 – 30 menit
	25 – 40 H <sub>2</sub> S	Kedalaman tangka: 2 – 4 m

(Sumber: Qasim, 2000)

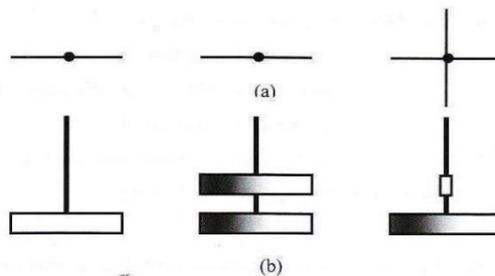
#### 2.2.4 Koagulasi Flokulasi

Koagulasi flokulasi adalah dua proses yang dihubungkan sebagai unit proses yang tidak dapat dipisahkan. Selama proses koagulasi terjadi destabilisasi koloid

dan bertujuan untuk meleburkan partikel koloid menjadi partikel ukuran lebih besar yang kemudian dapat dipisahkan secara lebih efisien dengan cara sedimentasi, flotasi atau filtrasi di dalam air sebagai akibat dari pengadukan cepat dan penambahan bahan koagulan (Dalimunthe, 2007; Shamma & Wang, 2016).

Koagulan atau flokulan ditambahkan ke dalam air yang dikoagulasi bertujuan untuk meningkatkan pembentukan flok dan mencapai sifat spesifik flok yang diinginkan. Koagulan adalah bahan kimia yang menyebabkan destabilisasi partikel bermuatan negatif dalam suspensi. Zat ini adalah donor muatan positif yang digunakan untuk men-destabilisasi muatan negatif partikel (Pulungan, 2012).

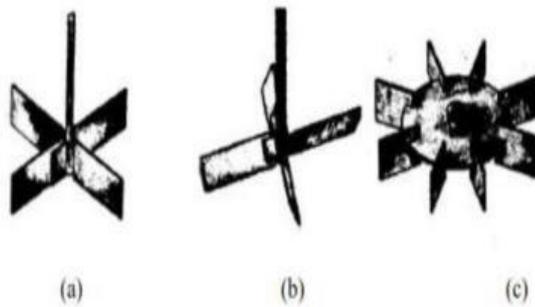
Koagulasi atau pengadukan cepat dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu pengadukan mekanis, hidrolis, dan pneumatis. Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle* (pedal), *turbine*, dan *propeller* (baling- baling). Bentuk ketiga *impeller* dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 2.14** Tipe Paddle

(a) Tampak atas; (b) Tampak samping

(Sumber: Masduqi & Assomadi, 2012 hal.112)



**Gambar 2.15** Tipe Turbin  
 (a) *Paddle*; (b) *Propeller*; (c) Turbin  
 (Sumber: Qasim, et al., 2000)

Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok untuk membentuk flok yang lebih besar. Pada flokulasi, kontak antar partikel melalui tiga mekanisme, yaitu:

1. *Thermal motion*, yang dikenal dengan *brownian motion* atau difusi atau disebut sebagai *flocculation perikinetik*,
2. Gerakan cairan oleh pengadukan, dan
3. Kontak selama pengendapan.

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 mekin pelan ke arah aliran keluar,
3. Waktu pengadukan rata-rata 20 – 40 menit, dan
4. Perencanaan peralatan pengadukan didasarkan pada perhitungan gradien kecepatan dalam bak flokulator (Said, 2017).

Proses pengadukan lambat (agitasi dan *stirring*) digunakan untuk proses flokulasi agar memberi kesempatan untuk partikel flok yang terkoagulasi untuk bergabung membentuk flok yang lebih besar dan untuk memudahkan flokulan mengikat flok-flok kecil serta mencegah flok yang terbentuk untuk memisahkan diri.

### 2.2.5 Sedimentasi

Secara umum sedimentasi digunakan dalam pengolahan air minum, pengolahan air limbah dan pengolahan air limbah tingkat lanjut. Biasanya, proses pengendapan dilakukan setelah proses koagulasi dan flokulasi yang bertujuan untuk membuat partikel padat menjadi lebih besar sehingga menjadi lebih berat dan dapat tenggelam dalam waktu yang lebih singkat. Dengan kata lain, sedimentasi adalah proses pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan gravitasi untuk mengendapkan padatan non-koloid atau materi tersuspensi dalam air. Pengaplikasian utama dari sedimentasi untuk pengolahan air minum adalah:

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, serta *chlorine*, dan
4. Penyisihan flok atau lumpur biologis hasil proses *activated sludge* pada *clarifier* akhir.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sedimentasi:

1. Ukuran partikel, bentuk partikel, dan konsentrasi partikel semakin besar semakin cepat mengendap dan semakin banyak yang terendapkan,
2. Viskositas cairan, pengaruh viskositas cairan terhadap kecepatan sedimentasi yaitu dapat mempercepat proses sedimentasi dengan cara memperlambat cairan supaya partikel tidak lagi tersuspensi,
3. Temperatur, bila temperatur turun, laju pengendapan berkurang. Akibatnya waktu tinggal di dalam kolam sedimentasi menjadi bertambah,
4. Berat jenis partikel, dan
5. Pengendapan pada bak sedimentasi terbagi menjadi empat tipe. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi partikel dan kemampuan partikel untuk berinteraksi.

Pengendapan pada bak sedimentasi terbagi menjadi empat tipe. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi partikel dan kemampuan partikel untuk berinteraksi.

Pengendapan dibedakan menjadi empat, yaitu:

1. Pengendapan tipe I (*free settling*)
2. Pengendapan tipe II (*flocculent settling*)
3. Pengendapan tipe III (*zone* atau *hindered settling*)
4. Pengendapan tipe IV (*compression settling*)

Jenis-jenis bak sedimentasi ada beberapa jenis yaitu sebagai berikut:

1. Bentuk persegi (*rectangular*)

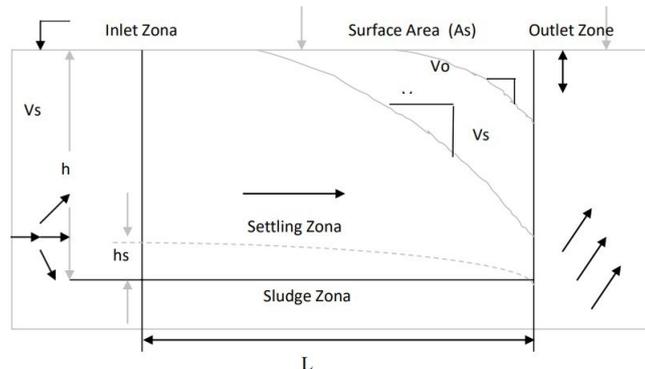
Bentuk bak *rectangular* seringkali digunakan pada instalasi air dengan kapasitas yang besar. Pada bak ini, air mengalir secara horizontal dari saluran masuk menuju *outlet*, sementara partikel akan mengendap ke bawah.

Namun demikian, bentuk ini memiliki kelemahan yang panjangnya peluapan karena ukurannya kurang lebar, sehingga laju peluapan nyata menjadi terlalu besar dan menyebabkan gangguan pada bagian akhir kolam pengendapan. Untuk mengatasi hal ini, maka ambang peluapan harus diperpanjang, misalnya dengan menambahkan kisi-kisi saluran peluapan di depan saluran keluar.

2. Bentuk lingkaran (*circular*)

Pada tangki *circular* pola aliran adalah berbentuk aliran radial. Pada tengah-tengah tangki, air limbah masuk dari sebuah sumur lingkaran yang didesain untuk mendistribusikan aliran ke semua bangunan ini. Diameter dari tengah-tengah sumur biasanya antara 15 – 20% dari diameter total tangki dan *range* dari 1 – 2,5 meter dan harus mempunyai energi *tangensial* (Metcalf & Eddy, 2004).

Adapun zona-zona tersebut dapat digambarkan seperti di bawah ini:



**Gambar 2.16** Zona Pada Bak Sedimentasi

(Sumber: Al Layla, *Water Supply Engineering Design*)

Pada tiap bangunan sedimentasi, terdapat 4 zona atau bagian:

1. *Zona inlet*

Dalam zona ini aliran terdistribusi tidak merata melintasi bagian melintang bak serta aliran meninggalkan zona *inlet* mengalir secara horizontal dan langsung menuju bagian *outlet*,

2. *Zona outlet*

Dalam zona ini, air yang partikelnya telah terendapkan terkumpul pada bagian melintang bak dan siap mengalir keluar bak.

3. *Zona settling*

Dalam zona ini, air mengalir pelan secara horisontal ke arah *outlet*, dalam zona ini terjadi proses pengendapan. Lintasan partikel diskrit tergantung pada besarnya kecepatan pengendapan.

4. *Zona sludge*

Dalam zona ini lumpur terakumulasi. Sekali lumpur masuk area ini ia akan tetap disana.

### 2.2.6 Filtrasi

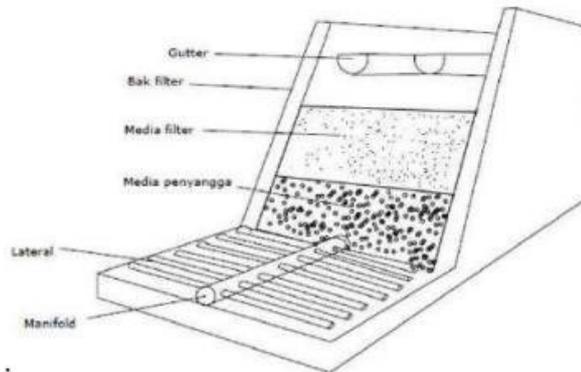
Menurut Al-Layla pada tahun 1978, partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air tidak bisa mengendap secara sempurna hanya dengan menggunakan

proses sedimentasi. Untuk lebih menyempurnakan proses penyisihan partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air, dapat dilakukan dengan menggunakan proses filtrasi. Proses filtrasi sendiri adalah suatu proses di mana air dilewatkan pada pasir dan kombinasi kerikil-kerikil untuk mendapatkan hasil air yang lebih baik.

Bakteri dan sejenisnya dapat dengan efektif dihilangkan dengan menggunakan proses filtrasi. Selain itu filtrasi juga dapat mengurangi warna, rasa, bau, dan kadar besi juga kadar mangan yang terdapat di dalam air. Proses pengurangan kadar-kadar tersebut tidak lepas dengan adanya proses fisika dan kimia yang terjadi di dalam proses filtrasi itu sendiri. Beberapa faktor yang berkontribusi di dalam proses *removal filter* adalah:

1. Proses penyaringan yang terjadi di setiap lapisan permukaan filter,
2. Proses sedimentasi di dalam filter,
3. Kontak antara partikel flok dengan lapisan kerikil atau dengan flok yang sudah terkumpul di atas lapisan filter,
4. Proses adsorpsi atau proses elektrokinetik,
5. Proses koagulasi di dalam filter,
6. Proses biologis di dalam filter, dan
7. Penggabungan zat-zat koloid di dalam filter,

Pada prosesnya, partikel tersuspensi yang ukurannya terlalu besar akan tetap tertahan di atas lapisan pasir. Namun, jika ukuran partikel terlalu kecil (contohnya: partikel koloid dan bakteri) akan lebih sulit untuk dihilangkan karena akan lebih mudah lolos pada lapisan pasir ini. Pada lapisan kerikil, jarak di antara lapisan kerikil berfungsi sebagai area sedimentasi partikel tersuspensi. Namun, dapat juga digunakan oleh partikel-partikel flok yang belum seratus persen terendapkan pada bak sedimentasi untuk mengendap pada lapisan kerikil ini.



**Gambar 2.17** Bagian-Bagian Filter

(Sumber: Reynold/Richards, 1996)

Terdapat beberapa macam jenis filter modifikasi yang telah digunakan di mancanegara, antara lain *rapid sand filter*, *slow sand filter*, *pressure sand filter*, *multiple media filters*, *diatomaceous earth filters*, *upflow filters*, dan lain sebagainya.

Menurut Al-Layla (1978), pada proses purifikasi air, *rapid sand filters* memiliki hasil *effluent* yang lebih baik jika dibandingkan dengan *slow sand filters*. Kecepatan pada *rapid sand filters* ini cukup tinggi dan laju filtrasi nya berkisar antara 4 – 5  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hr}$  (namun terkadang laju filtrasi nya dapat lebih dari 6  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hr}$ ). Ukuran pasir efektif yang digunakan pada filter ini berkisar antara 0,45 – 0,55 mm. Lapisan filter ini bila dilihat dari bawah terdiri dari gravel dengan tebal berkisar antara 38 – 60 cm, sedangkan di atasnya terdapat pasir yang tebalnya kurang lebih 80 cm. Proses *backwash* pada *rapid sand filter* berbeda dengan *slow sand filter*. Pada *rapid sand filters* waktu *backwash* ditentukan dari *headloss filter* saat itu.

Keuntungan menggunakan *rapid sand filter* 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, dan membutuhkan keahlian khusus serta menghasilkan lumpur yang banyak.

Media filter dapat tersusun dari pasir silika alami, anthrazit, 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.

*Effective Size* (ES) atau ukuran efektif media filter adalah ukuran media filter bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besarnya 10% dari total kedalaman lapisan media filter atau 10% dari fraksi berat, ini sering dinyatakan sebagai  $P_{10}$  (persentil 10).  $P_{10}$  yang dapat dihitung dari rasio ukuran rata-rata dan standar deviasinya.

*Uniformity Coefficient* (UC) atau koefisien keragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 60% fraksi berat terhadap ukuran (*size*). Kriteria untuk keperluan *rapid sand filter* adalah:

Singel media pasir:

1.  $UC = 1,3 - 1,7$
2.  $ES = 0,45 - 0,7 \text{ mm}$

Untuk dual media:

1.  $UC = 1,4 - 1,9$
2.  $ES = 0,5 - 0,7 \text{ mm}$

#### 1. Filter pasir cepat

Filter pasir cepat atau *rapid sand filter* adalah filter yang 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 *influent filter* pasir cepat berkisar 5 – 10 NTU maka efisiensi penurunan kekeruhannya dapat mencapai 90 – 98% (Masduqi dan Assomadi, 2012:171). Kriteria desain pasir cepat dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.2** Kriteria Perencanaan Filter Pasir Cepat

No	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 – 11	6 – 11
2	Pencucian: sistem pencucian	Tanpa atau dengan blower dan/atau <i>surface wash</i>	Tanpa atau dengan blower dan/atau <i>surface wash</i>
	Kecepatan (m/jam)	36 – 50	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 2 – 5	80 – 100 2 – 5
	Kedalaman (mm) ukuran butir (mm)	80 – 100 5 – 10	80 – 100 5 – 10
	Kedalaman (mm) ukuran butir (mm)	80 – 100	80 – 100
	Kedalaman (mm) ukuran butir (mm)	10 – 15	10 – 15
	Kedalaman (mm) ukuran butir (mm)	80 – 150	80 – 150
	Filter <i>nozzle</i>	15 – 30	15 – 30
	Lebar <i>slot nozzle</i>	< 0,5	< 0,5

No	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan
	Presentase luas <i>slot nozzle</i> terhadap luas filter (%)	> 4%	> 4%

(Sumber: SNI 6774-2008)

## 2. Filter pasir lambat

Filter pasir lambat atau *slow sand filter* adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi lambat yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Filter pasir lambat bekerja dengan cara pembentukan lapisan biofilm di beberapa milimeter bagian atas lapisan pasir halus yang disebut lapisan *hypogeal* atau *schmutzdecke*. Lapisan ini mengandung bakteri, fungi, protozoa, rotifera, dan larva serangga air. *Schmutzdecke* adalah lapisan yang melakukan pemurnian efektif dalam pengolahan air. Selama air melewati *schmutzdecke*, partikel akan terperangkap dan organik terlarut akan teradsorpsi, diserap, dan dicerna oleh bakteri, fungi, dan protozoa (Masduqi dan Assomadi, 2012:176). Kriteria perencanaan filter pasir lambat dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.3** Kriteria Perencanaan Filter Pasir Lambat

Kriteria	Nilai atau Keterangan
Kecepatan filtrasi	0,1 – 0,4 m/jam.
Ukuran <i>bed</i>	Besar, 2000 m <sup>2</sup> .
Kedalaman <i>bed</i>	30 cm kerikil, 90 – 110 cm pasir, berkurang 90 – 80 cm saat pencucian.
Ukuran pasir	<i>Effective size</i> 0,25 – 0,3 mm, <i>uniformity coefficient</i> 2 – 3.
Distribusi ukuran media	Tidak terstratifikasi.
Sistem <i>underdrain</i>	Sama dengan filter cepat atau batu kasar dan beton berlubang sebagai saluran utama.

<b>Kriteria</b>	<b>Nilai atau Keterangan</b>
Kehilangan energi	6 cm saat awal, hingga 120 cm saat akhir.
<i>Filter run</i>	20 – 60 hari.
Metode pembersihan	Mengambil lapisan pasir di permukaan dan mencucinya.
Air untuk pembersihan	0,2 – 0,6% dari air tersaring.
Pengolahan pendahuluan	Biasanya tidak ada bila kekeruhan kurang dari 50 NTU.
Biaya konstruksi	Relatif rendah.
Biaya operasi	Relatif rendah.
Biaya depresiasi	Relatif rendah.

(Sumber: Schulz & Okun, 1984)

### 3. Filter bertekanan

Filter bertekanan (*pressure filter*) pada dasarnya mempunyai prinsip yang sama dengan filter gravitasi (filter cepat dan filter lambat), yaitu air akan melewati media berbutir dan terjadi penyaringan secara fisik. Pada filter cepat dan filter lambat, aliran air melewati media berbutir hanya didorong oleh tekanan atmosfer atau sistem aliran terbuka. Pada filter bertekanan, diperlukan pendorong tekanan yang lebih besar. Oleh karena itu, tangki dirancang dengan sistem tertutup dan menggunakan pompa untuk menambah tekanan dalam tangki. Filter bertekanan terdiri atas tangki tertutup, media filter, media penyangga, dan sistem underdrain. Kriteria filter bertekanan terdapat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.4** Kriteria Perencanaan Filter Bertekanan

<b>No</b>	<b>Unit</b>	<b>Nilai atau Keterangan</b>
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	12-33
2	Pencucian: Sistem pencucian	Tanpa atau dengan blower dan/atau <i>surface</i>

No	Unit	Nilai atau Keterangan
		<i>wash</i>
	Kecepatan (m/jam)	72 – 198
	Lama pencucian (menit)	-
	Periode antara dua pencucian (jam)	-
	Ekspansi (%)	30 – 50
3	Media pasir: Tebal (mm)	300 – 700
	<i>Single media</i>	600 – 700
	Media ganda	300 – 600
	Ukuran efektif, ES (mm)	-
	Koefisien keseragaman, UC	1,2 – 1,4
	Berat jenis (kg/L)	2,5 – 2,65
	Porositas	0,4
	Kadar SiO <sub>2</sub>	> 95%
4	Media <i>antransit</i> : Tebal (mm)	400 – 500
	ES (mm)	1,2 – 1,8
	UC	1,5
	Berat jenis (kg/L)	1,35
	Porositas	0,5
5	Dasar filter: <i>Filter nozzle</i>	
	Lebar <i>slot nozzle</i> (mm)	< 0,5
	Prosentase luas <i>slot nozzle</i> terhadap luas filter (%)	> 4%

(Sumber: SNI 6774-2008)

#### 4. Hidrolika pencucian (*backwash*)

Setelah digunakan dalam kurun waktu tertentu, filter akan mengalami penyumbatan akibat tertahannya partikel halus dan koloid oleh media filter. Tersumbatnya media filter ditandai oleh:

1. Penurunan kapasitas produksi,
2. Peningkatan kehilangan energi (*headloss*) yang diikuti oleh kenaikan muka air di atas media filter, dan
3. Penurunan kualitas produksi

Tujuan pencucian filter adalah melepaskan kotoran yang menempel pada media filter dengan aliran ke atas (*upflow*) hingga media tereksansi. Umumnya tinggi sebesar 15% sampai 35% (Droste, 1997). Lama pencucian sekitar 3 hingga 15 menit.

#### 2.2.7 Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses pengolahan air minum yang bertujuan untuk membunuh organisme patogen yang masih ada dalam air yang diolah. Proses ini melibatkan penambahan bahan kimia yang memiliki kemampuan untuk menghancurkan bakteri patogen seperti *chlor*. Dalam rencana ini, bahan kimia klorin digunakan sebagai desinfektan. Bak ini sebagai tempat kontak antara *chlor* dengan air hasil pengolahan untuk memenuhi persyaratan bakteriologis. Karakteristik desinfektan yang baik, antara lain:

1. Efektif membunuh *mikroorganisme pathogen*,
2. Tidak beracun bagi manusia atau hewan domestik,
3. Mudah dan aman disimpan, dipindahkan, dibuang,
4. Analisis yang mudah dan terpercaya dalam air, dan
5. Menyediakan perlindungan sisa dalam air minum.

Secara umum ada dua cara desinfeksi, yaitu metode fisik dan kimiawi. Desinfeksi fisik adalah perlakuan fisik terhadap mikroorganisme, yaitu pemanasan dan cahaya, yang menyebabkan kematian mikroorganisme akibat perlakuan fisik. Desinfeksi kimiawi adalah menambahkan bahan kimia ke dalam air yang menyebabkan kontak antara bahan dan mikroorganisme, yang menyebabkan

kematian mikroorganisme. Berikut adalah berbagai macam desinfeksi dengan metode yang berbeda-beda:

1. Desinfeksi dengan ozon,
2. Desinfeksi dengan UV,
3. Desinfeksi dengan pembubuhan kimia, dan
4. Desinfeksi dengan gas *chlor*.

### 2.2.8 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. 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.

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 *relative reservoir* terhadap permukaan tanah sekitarnya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

1. *Elevated reservoir* (menara reservoir)

Adalah reservoir yang sebagian besar atau seluruh bagian dari reservoir terletak di bawah permukaan tanah. Menara reservoir dapat direncanakan dari kebutuhan air minum yang diperlukan untuk instalasi pengolahan air minum tersebut, dengan mengetahui jumlah dan pemakaian air untuk instalasi dapat direncanakan dimensi menara instalasi 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.

## 2. *Ground reservoir* (reservoir permukaan)

Merupakan jenis reservoir yang seluruh bagian penampungannya terletak lebih tinggi dari permukaan tanah di sekitarnya. *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. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam merancang reservoir adalah:

1. Volume reservoir,
2. Tinggi elevasi energi,
3. Letak reservoir,
4. Pemakaian pompa, dan
5. Konstruksi reservoir.

### 2.2.9 *Belt Filter Press*

Sebagian besar dari jenis *belt filter press*, lumpur dikondisikan di bagian saluran gravitasi untuk dapat menebalkan lumpur. Pada bagian ini banyak air yang tersisihkan dari lumpur secara gravitasi. Di beberapa unit, bagian ini diberikan dengan bantuan *vacuum* yang menambah saluran dan membantu untuk mengurangi bau. Mengikuti saluran gravitasi, tekanan yang digunakan dalam bagian tekanan rendah, di mana lumpur diremas diantara pori kain sabuk. Di beberapa unit, bagian tekanan rendah diikuti bagian tekanan tinggi dimana lumpur mengalami pergeseran melewati penggulung. Peremasan dan penggeseran ini menginduksi dari penambahan air dari lumpur. Akhir pengeringan *cake* lumpur adalah penyisihan dari sabuk dengan *scraper blade*. Sistem operasi jenis *belt filter press* dari pompa penyedot lumpur, peralatan polimer, tangki lumpur (flokulator), *belt filter press*,

*conveyor cake* lumpur, dan sistem pendukung. Namun, ada beberapa unit yang tidak menggunakan tangki lumpur.

Banyak variabel yang mempengaruhi cara kerja dari *belt filter press*, antara lain karakteristik lumpur, metode serta kondisi bahan kimia, tekanan, konfigurasi mesin (saluran gravitasi), porositas sabuk, kecepatan sabuk, dan lebar sabuk. *Belt filter press* ini sensitif terhadap variasi karakteristik lumpur dan efisiensi mengurangi pengeringan lumpur. Fasilitas memadukan lumpur harus termasuk dalam desain sistem di mana karakteristik lumpur beraneka ragam. *Belt filter press* mempunyai ukuran lebar belt dari 0,5 – 3,5 m. Ukuran yang umum digunakan untuk lumpur perkotaan adalah 2 m. Beban lumpur dari 90 sampai 680 kg/m.h tergantung pada jenis lumpur dan konsentrasi lumpur yang masuk. Beban hidroulik pada lebar *belt* antara 1,6 – 6,3 L/m.s. Pertimbangan keamanan desain mencakup ventilasi untuk memindahkan hidrogen sulfida atau gas lainnya dan peralatan penjaga untuk mencegah hilangnya baju diantara rol.

### **2.3 Profil Hidrolis**

Profil hidrolis dijelaskan untuk menentukan ketinggian muka air dari setiap unit instalasi. Profil ini menunjukkan adanya kehilangan tekanan (*headloss*) melalui pengaliran pada bangunan. Perbedaan ketinggian untuk setiap unit instalasi dapat ditentukan tergantung pada sistem yang digunakan serta dilakukan perhitungan penurunan tekanan pada perhitungan yang dilakukan tersebut. Profil hidrolis IPAM adalah upaya untuk menggambarkan secara grafis "*hydraulic grade line*" di instalasi pengolahan air limbah atau untuk menunjukkan elevasi unit pengolahan (*influent-effluent*) serta perpipaan untuk memastikan aliran air mengalir sesuai gravitasi, menentukan kebutuhan pompa, memastikan bahwa tidak ada banjir atau luapan air yang disebabkan oleh arus balik. Faktor-faktor yang harus diperhatikan sebelum membuat profil hidrolis harus diperhitungkan:

1. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan

Untuk membuat profil hidrolis pada bangunan perlu perhitungan kehilangan tekanan. Kehilangan tekanan mempengaruhi ketinggian air di instalasi

pengolahan. Pada bangunan pengolahan ada beberapa macam kehilangan tekanan, yaitu:

- a. Kehilangan tekanan pada pintu.
- b. Kehilangan tekanan pada weir, sekat, ambang, dan lain sebagainya.
- c. Kehilangan tekanan pada perpipaan Rumus yang digunakan:  $L \times S$ .
- d. Kehilangan tekanan pada aksesoris.

Mengekivalenkan aksesoris dengan panjang pipa, disini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekivalen sekaligus  $S$ .

- e. Kehilangan tekanan pada pompa.

Hal ini dipengaruhi oleh jenis pompa, cara pemasangan, dan lain-lain.

- f. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok.

Menghitung dengan bantuan monogram

## 2. Tinggi muka air

Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat menyebabkan kesalahan dalam menentukan elevasi bangunan pengolahan sehingga akan mempengaruhi proses pengolahan. Kehilangan tekanan (saluran terbuka dan tertutup) bangunan dari ketinggian terjunan yang direncanakan (jika ada) akan mempengaruhi perhitungan tinggi permukaan air. Perhitungannya dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Menentukan tinggi muka air bangunan pengolahan yang paling akhir,
- b. Menambahkan kehilangan tekanan antara *clear well* dengan bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air di *clear well*,
- c. Mendapatkan tinggi muka air bangunan sebelum *clear well* hingga bangunan pertama sesudah *intake*, dan
- d. Jika tinggi muka air bangunan setelah *intake* lebih tinggi dari pada tinggi muka air sumber maka diperlukan pompa di *intake* untuk menaikkan air.

## 2.4 Persen Removal

Berikut adalah persen removal yang diketahui pada unit bangunan pengolahan air minum yang akan dirancang:

**Tabel 2.5** Persen Removal Unit Pengolahan

Unit pengolahan	Parameter	Kemampuan Penyisihan	Sumber
Prasedimentasi	Kekeruhan	65% – 80%	Ali Masduqi, hal. 171
Aerasi	Besi (Fe)	60% – 90%	Droste, hal. 224
	Amonia (NH <sub>3</sub> )	90% – 95%	Ririn Arifah. <i>Ammonia Stripping</i> 2016
Sedimentasi	Kekeruhan	65% – 80%	Ali Masduqi, hal. 171
	Besi (Fe)	20% – 100%	Droste, hal. 224
	TDS	65%	Reynolds, hal. 233
Filtrasi	Kekeruhan	90% – 100%	Droste, hal. 224
	Amonia (NH <sub>3</sub> )	60% – 95%	Metcalf and Eddy, hal. 196
	TDS	35%	Kaslum, dkk. (2019). Kinerja Sistem Filtrasi dalam Menurunkan Kandungan TDS, Fe, dan Organik dalam Pengolahan Air Minum (Jurnal)
Desinfeksi	Total <i>coliform</i>	90% – 100%	Droste, hal. 224