

## **BAB 2**

### **TINJAUANG PUSTAKA**

#### **2.1 Sumber Air Baku**

Sumber air baku yang dapat diolah sebagai air minum adalah air tanah dan air permukaan. Berikut mengenai penjelannya, yaitu

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

Air tanah merupakan air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Karakteristik umum air tanah adalah kekeruhan atau padatan tersuspensi rendah. Air tanah biasanya memiliki parameter yang kadarnya melebihi baku mutu air minum, sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu.

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

Air permukaan merupakan air yang berada di permukaan, contohnya air sungai, air danau, air payau, air gambut. Air permukaan yang banyak digunakan untuk sumber air baku pengolahan air minum adalah air sungai dan air danau. Sebagai sumber air baku untuk air minum, maka harus memenuhi kualitas air minum (Setyanigtyas, 2021).

#### **2.2 Syarat Kualitas Air baku**

Pada dasarnya setiap sumber air dapat digunakan sebagai sumber air baku untuk air minum. Namun akibat keterbatasan akses teknologi dan biaya, maka pada umumnya hanya air dengan kualitas tertentu saja yang dapat digunakan untuk air baku. Air baku untuk air minum harus memenuhi syarat kualitas air baku. Syarat kualitas air baku secara umum dibagi menjadi 3 (tiga) faktor, yaitu :

##### **a. Persyaratan kualitatif**

Persyaratan kualitatif menggambarkan kualitas dari air baku itu sendiri. Terdapat 4 syarat, yaitu :

##### **1. Syarat Fisik**

Air minum harus jernih, tidak berwarna, berbau, dan berasa.

##### **2. Syarat kimia**

Air minum tidak boleh mengandung pH yang tinggi, zat organik, dan anorganik, serta kadar mineral harus seimbang.

### 3. Syarat Bakteriologis atau Mikrobiologis

Air minum tidak boleh mengandung bakteri pathogen dan parasite.

### 4. Syarat radiologis

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan yang mengandung radioaktif.

#### b. Persyaratan kuantitatif

Air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai jumlah penduduk yang akan dilayani.

#### c. Persyaratan kontinuitas

Arti dari kontinuitas adalah air tersebut dapat diambil terus-menerus dengan fluktuasi debit yang relative tetap (Mananoma, Tanudjaja and Jansen, 2016).

## 2.3 Standart Kualitas Air Minum

Standart kualitas air minum di Indonesia dapat dilihat pada “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Pengelolaan lingkungan Hidup”. Kualitas mutu air minum dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu :

#### 1. Kelas satu

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

#### 2. Kelas dua

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

#### 3. Kelas tiga

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawa, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

#### 4. Kelas empat

Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

### **2.4 Karakteristik Air Baku**

Dalam perencanaan pengolahan air minum ini, air baku yang digunakan yaitu air permukaan (air sungai Gembong Pekalen, Kota Pasuruan) yang mempunyai beberapa karakteristik melebihi baku mutu yang digunakan, sebagai berikut :

#### **2.4.1 TSS (*Total Suspend Solid*)**

TSS atau Padatan Tersuspensi Total adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1  $\mu\text{m}$ ) yang tertahan pada saringan Milipore dengan diameter pori 0,45  $\mu\text{m}$ . Dalam TSS terdiri dari lumpur atau pasir halus serta jasad-jasad renik yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Padatan tersuspensi memiliki dampak buruk pada kualitas air karena dapat menghalangi masuknya sinar matahari terhadap badan air dan menyebabkan kekeruhan air meningkat (Djoharam, Riani and Yani, 2018).

#### **2.4.2 BOD (*Biological Oxygen Demand*)**

*Biological Oxygen Demand* (BOD) atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen terlarut yang dikonsumsi atau diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa-senyawa kimia. Nilai BOD berguna untuk mengetahui bahwa air tersebut apakah mengalami biodegradasi atau tidak (Susilawati;Dewi agustina, 2020).

#### **2.4.3 COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

*Chemical Oxygen Demand* (COD) atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik secara kimiawi (Ridwan Harahap, Dhea Amanda and Hakim Matondang, 2020). Kadar COD dalam air akan berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik dalam air tersebut. Pada parameter nilai COD akan selalu lebih besar daripada nilai BOD karena dalam air kebanyakan senyawa lebih mudah teroksidasi secara kimia daripada secara biologi (Susilawati;Dewi agustina, 2020).

#### **2.4.4 Besi (Fe)**

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada badan air. Pada air permukaan jarang ditemui kadar besi (Fe) lebih besar dari 1 mg/L, tetapi di dalam air tanah kadar besi (Fe) dapat jauh lebih tinggi. Konsentrasi besi (Fe) yang tinggi ini dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur. Jika dalam air minum mengandung besi (Fe) terlalu banyak maka akan menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi (Febrina and Ayuna, 2014).

#### **2.4.5 Mangan (Mn)**

Mangan (Mn) merupakan unsur logam yang termasuk dalam golongan VII. Jika dalam air mengandung mangan (Mn) berlebih maka akan menimbulkan rasa, warna kecoklatan/ungu/hitam, dan kekeruhan. Dalam jumlah mangan (Mn) yang kecil (< 0,5 mg/L) dalam air tidak menimbulkan gangguan kesehatan, melainkan bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang. Namun jika jumlah mangan (Mn) yang besar (> 0,5 mg/L) dalam air maka akan menimbulkan penyakit dikarenakan logam berat memiliki efek neurotoksik (Febrina and Ayuna, 2014).

#### **2.4.6 Total Coliform**

Total coliform adalah kelompok bakteri yang termasuk didalam bakteri jenis aerobik dan fakultatif anaerobik. Indikator adanya total coliform ini diakibatkan dari tinja manusia atau hewan dan dapat pula berada secara alamiah di dalam air. Total coliform hanyalah sebagai indikator yang digunakan untuk mengindikasikan bahwa bisa saja terdapat mikroba lain dalam air tersebut, misalnya mikroba patogen seperti Giardia, Cryptosporidium, E.coli, dan lain-lain (Arsyina *et al.*, 2019).

#### **2.4.7 E.Coli**

Salah satu parameter dari air minum yaitu tidak adanya bakteri yang dapat menyebabkan penyakit. Salah satu yang dapat menimbulkan penyakit yaitu bakteri E. Coli (*Escherechia Coli*). Bakteri tersebut merupakan salah satu bakteri yang dapat menyebabkan diare (Restina *et al.*, 2019).

## **2.5 Bangunan Pengolahan Air Minum**

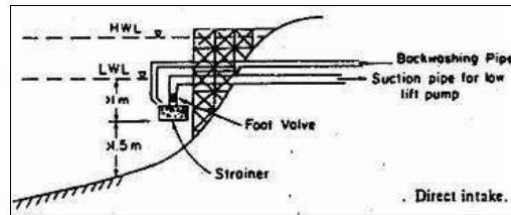
### **2.5.1 Bangunan Penyadap (intake)**

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, intake adalah bangunan penangkap air atau tempat air masuk sungai, danau, atau sumber air lainnya. Kapasitas bangunan intake yang digunakan harus disesuaikan dengan kebutuhan air harian maksimum. Persyaratan lokasi penempatan bangunan pengambilan (intake) :

1. Penempatan bangunan penyadap (intake) harus aman terhadap polusi yang disebabkan pengaruh luar (pencemaran oleh manusia dan makhluk hidup lain).
2. Penempatan bangunan pengambilan pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (terhadap longsor dan lain lain).
3. Konstruksi bangunan pengambilan harus aman terhadap banjir air sungai, terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa dan gaya angkat air (*up- lift*).
4. Penempatan bangunan pengambilan diusahakan dapat menggunakan sistem gravitasi dalam pengoperasiannya.
5. Dimensi bangunan pengambilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian.
6. Dimensi inlet dan outlet dan letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air.
7. Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air baku.
8. Konstruksi bangunan pengambilan direncanakan dengan umur pakai (lifetime) minimal 25 tahun.

Bangunan intake ini dilengkapi dengan screen supaya dapat melindungi perpipaan dan pompa dari kerusakan atau penyumbatan–penyumbatan yang diakibatkan adanya sampah atau material yang ada pada air baku. Menurut (kawamura, 2008), bangunan intake memiliki beberapa macam, antara lain:

## 1. Bangunan Penyadap Langsung (*Direct intake*)

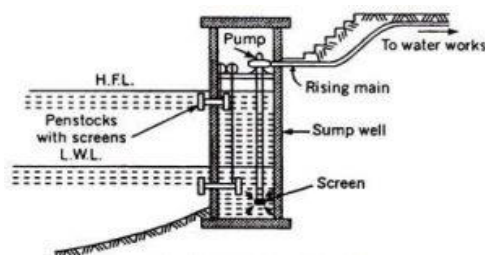


**Gambar 2. 1** Direct Intake

Digunakan untuk sumber air seperti sungai atau danau dengan kedalaman yang cukup tinggi. *Intake* jenis ini memungkinkan terjadinya erosi pada dinding dan pengendapan di bagian dasarnya.

## 2. Bangunan penyadap Tidak langsung (*Inirect Intake*)

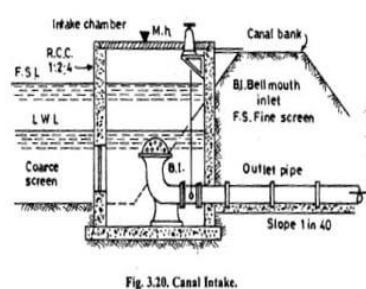
### a. River Intake



**Gambar 2. 2** River Intake

Pada jenis ini menggunakan pipa penyadap dalam bentuk sumur pengumpul. *Intake* ini lebih ekonomis untuk air sungai yang mempunyai perbedaan level muka air pada musim hujan dan musim kemarau yang cukup tinggi.

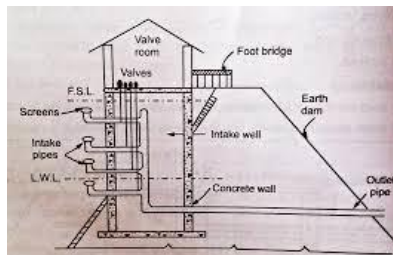
### b. Canal Intake



**Gambar 2. 3** Canal Intake

Pada jenis ini digunakan untuk air yang berasal dari kanal. Dinding chamber sebagian terbuka ke arah kanal dan dilengkapi dengan pipa pengolahan selanjutnya.

### c. Reservoir Intake



**Gambar 2. 4** Reservoir Intake

Pada jenis ini digunakan untuk air yang berasal dari bendungan dan mudah menggunakan menara *intake*. Menara *intake* dengan bendungan dibuat terpisah dan diletakkan di bagian hulu. Untuk mengatasi fluktuasi level muka air, maka inlet dengan beberapa level yang diletakkan pada menara.

Pada perhitungan unit intake terdapat beberapa nilai koefisien kekasaran pipa *Hazen-Wiliams*, nilai *k* untuk kehilangan energi, dan factor minor losses bar.

**Tabel 2. 1** Koefisien Kekasaran Pipa *Hazen-Wiliams*

Jenis Pipa	Nilai Kekasaran Pipa (C)
<i>Extremely smooth and straight pipes</i>	140
<i>New Steel or Cast Iron</i>	130
<i>Wood, Concrete</i>	120
<i>New Riveted Steel; vitrified</i>	110
<i>Old Cast Iron</i>	100
<i>Very Old and Corroded Cast Iron</i>	80

(Sumber : Evett & Liu, 1987)

**Tabel 2. 2** Nilai *k* untuk Kehilangan Energi

<i>Valve, Fittings, and Specials</i>	<i>k value</i>
<i>Entrance, suction bell (32 in) 81 cm</i>	0,004
<i>900 elbow (24 in) 61 cm</i>	0,3

<i>Valve, Fittings, and Specials</i>	<i>k value</i>
<i>Gate valve (24 in) 61 cm</i>	0,19
<i>Reducer (14 in) 35,5 cm</i>	0,25
<i>Check vale (20 in) 51 cm</i>	2,5
<i>900 elbow (20 in) 51 cm</i>	0,3
<i>Gate valve (20 in) 51 cm</i>	0,19
<i>Tee (20 in x 20 in) 50 cm x 50 cm</i>	1,8
<i>Valve, Fittings, and Specials</i>	<i>k value</i>

(Sumber : (Qasim, 2000))

**Tabel 2. 3** Faktor Minor Losses Bar

<b>Bentuk Bar</b>	<b>Nilai Minor losses (<math>\beta</math>)</b>
<i>Shape edge rectangular</i>	2,42
<i>Rectangular with semicircular up stream face circular</i>	1,83
<i>Circular</i>	1,79
<i>Rectangular with semicircular up stream and down stream face</i>	1,67
<i>Tear shape</i>	0,76

(Sumber : (Qasim, 2000))

### 2.5.2 Prasedimentasi

Prasedimentasi merupakan salah satu unit pada bangunan pengolahan air minum yang umumnya digunakan sebagai pengolahan pendahuluan. Prasedimentasi digunakan untuk menghilangkan atau menyisihkan partikel diskrit melalui pengendapan secara gravitasi. Pada unit prasedimentasi terdapat beberapa



bentuk yang umum digunakan, yaitu *rectangular* dan *circular*. Pada prasedimentasi (bak pengendap pertama) terdiri dari 4 (empat) ruangan, yaitu :

1. Zona Inlet

Pada zona ini merupakan tempat untuk menghaluskan aliran transisi dari aliran influen ke aliran steady uniform di zona settling (aliran laminar).

2. Zona Pengendapan

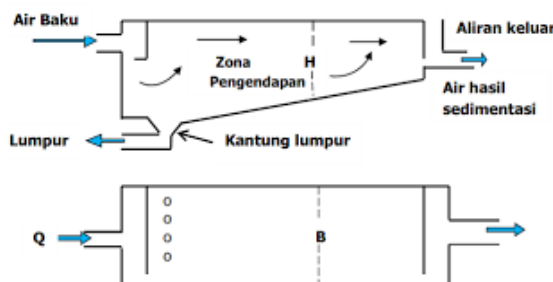
Pada zona ini merupakan tempat terjadinya proses pengendapan atau pemisahan partikel diskrit pada air.

3. Zona Lumpur

Pada zona ini merupakan tempat untuk menampung material yang mengendap bersama lumpur.

4. Zona Outlet

Pada zona ini merupakan tempat untuk menghaluskan aliran transisi dari zona settling ke aliran efluen, serta dapat mengatur debit effluent (Qasim, 2000).



**Gambar 2. 5** Zona Pada Unit Prasedimentasi

Dalam mendesain unit prasedimentasi terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan, antara lain : *detention time*, *overflow rate*, *average flow*, *peak hourly flow*, dan *weir loading*.

**Tabel 2. 4** Desain Tipikal Prasedimentasi

Item	U.S customary units			SI units		
	Unit	Range	Typical	Unit	Range	Typical
<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

Item	U.S customary units			SI units		
	Unit	Range	Typical	Unit	Range	Typical
<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

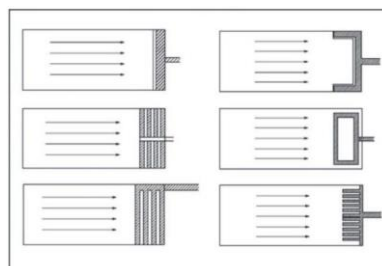
(Sumber : (Metcalf & Eddy, 2003))

Pada desain outlet biasanya terdiri dari pelimpah yang dirancang untuk mengurangi terjadinya aliran pendek. *Weir loading rate* adalah beban pelimpah (dalam hal ini debit air) yang harus ditanggung per satuan waktu dan panjangnya. Berikut ini adalah beberapa kriteria desain untuk weir loading rate dari berbagai sumber.

**Tabel 2. 5** Ragam Weir Loading Rate dari Berbagai Sumber

<i>Weir Loading Rate (m3/hari.m)</i>	<b>Sumber</b>	<b>Keterangan</b>
186	Katz & Foulkes, 1962	
249,6	Katz & Foulkes, 1962	Pada daerah yang terpengaruh <i>density current</i>
264	Kawamura, 2000	
125-250	Droste, 1997	
172,8-259,2	Huisman, 1977	

Berdasarkan kriteria desain diatas, dapat dilihat bahwa jika pada bak terjadi *density current*, *weir loading rate* diharapkan tidak terlalu besar karena dapat menyebabkan terjadinya penggerusan pada partikel yang mengendap di sekitar outlet. Pada dasarnya satu pelimpah sudah cukup, namun jika hanya ada satu pelimpah dapat mengakibatkan *weir loading rate* menjadi besar. Hal tersebut dapat mengganggu proses pengendapan dikarenakan aliran akan ke atas menuju pelimpah dengan kecepatan tinggi yang menyebabkan partikel bergerak kebawah untuk mengendap terganggu. Menurut Qasim et all, (2000) terdapat beberapa alternatif untuk mendesain pelimpah luas yang dibutuhkan untuk zona outlet dan beban pelimpah tidak terlalu besar.



**Gambar 2. 6** Ragam Susunan Pelimpah Pada Outlet

### 2.5.3 Aerasi

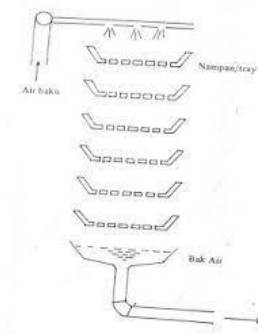
Aerasi adalah suatu proses pengolahan secara fisika dengan menambahkan oksigen atau udara ke dalam air yang dimana air dibuat mengalami kontak erat

dengan udara dengan tujuan meningkatkan oksigen dalam air tersebut. Pada prinsipnya aerasi adalah mencampurkan air dengan udara atau bahan lain sehingga air yang beroksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Efektifitas aerasi tergantung dari seberapa luas dari permukaan air yang bersinggungan langsung dengan udara. Dalam melakukan proses aerasi memerlukan sebuah alat yang dinamakan dengan Aerator. Tujuan dari proses aerasi adalah sebagai berikut :

1. Penambahan jumlah oksigen.
2. Penurunan jumlah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).
3. Menghilangkan hydrogen sulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ), methan ( $\text{CH}_4$ ) dan berbagai senyawa organik lain yang bersifat volatile (menguap).

Proses aerasi sangat penting terutama pada pengolahan limbah atau air yang proses pengolahannya biologinya memanfaatkan bakteri aerob. Bakteri aerob adalah kelompok bakteri yang membutuhkan oksigen bebas untuk proses metabolismenya, sehingga dengan tersedianya oksigen yang mencukupi selama proses biologi, maka bakteri-bakteri tersebut akan bekerja dengan optimal. Selain itu proses aerasi dapat dipergunakan untuk menghilangkan kandungan gas terlarut, oksidasi besi dan mangan dalam air, mereduksi ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi (Yuniarti, Komala and Aziz, 2019). Dalam aerasi terdapat beberapa jenis metode (Qasim, 2000), yaitu :

**a. *Waterfall Aerator* (Aerasi Air Terjun)**

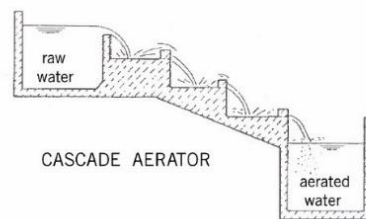


**Gambar 2. 7 *Waterfall Aerator***

Pada jenis aerasi ini terdiri atas 4-8 tray yang dasar tiap traynya memiliki atau dipenuhi dengan lubang-lubang dengan jarak 30-50 cm. Pada jenis ini penyebaran oksigen melalui tetesan yang air tersebut berasal dari pipa berlubang yang

kemudian air akan dibagi secara merata melalui atas tray dan turun kepada tray berikutnya. Tray-tray ini bisa dibuat dengan bahan yang cocok seperti lempengan asbestos, pipa plastic yang berdiameter kecil atau menggunakan lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel (Widarti,2016). Sehingga jenis ini memiliki susunan yang sangat sederhana, tidak mahal dan memerlukan ruang yang kecil.

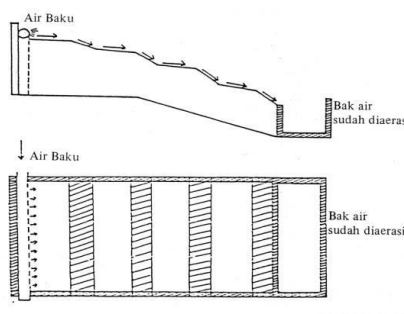
**b. Cascade Aerator**



**Gambar 2. 8 Cascade Aerator**

Pada jenis ini aerator terdiri dari 4-6 step/tangga yang tiap stepnya memiliki ketinggian sekitar 30 cm dengan kapasitas sekitar 0,01 m<sup>3</sup>/det per m<sup>2</sup>. Pada jenis ini akan terjadi gerak putaran (*turbulence*) dan untuk menghilangkannya yaitu dengan menaikkan efisiensi aerasi. Pada jenis ini jika dibandingkan dengan *tray aerator* memerlukan lebih besar ruang yang diperukan tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lain pada *Cascade Aerator* yaitu tidak memerlukan pemeliharaan.

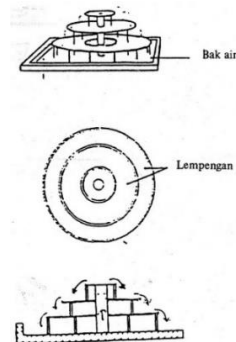
**c. Submerged Cascade Aerator (Aerasi Tangga Aerator)**



**Gambar 2. 9 Submerged Cascade Aerator**

Pada jenis ini penangkapan udaranya terjadi pada saat air terjun dari lempengan-lempengan trap yang membawanya. Oksigen kemudian dipindahkan dari gelembung-gelembung udara kedalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi dalam 3-5 step. Kapasitas bervariasi antara 0,005 dan 0,5 m<sup>3</sup>/det per m<sup>2</sup>.

**d. Multiple Platform Aerator**



**Gambar 2. 10 Multiple Platform Aerator**

Pada jenis ini memiliki prinsip lempengan-lempengan untuk menjatuhkan air guna mendapatkan kontak secara penuh udara.

**e. Spray aerator**



**Gambar 2. 11 Spray aerator**

Pada jenis ini terdiri atas nosel penyemprot yang tidak bergerak (*stationary nozzles*) yang dihubungkan dengan kisi lempengan yang kemudian air akan disemprotkan ke udara disekeliling dengan kecepatan 5-7 m/detik. Nosel untuk spray aerator bentuknya bermacam-macam, ada juga nosel yang dapat berputar-putar.

**f. Bubble Aerator (Aerasi Gelembung Udara)**

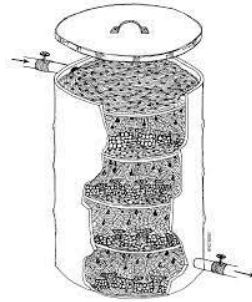


**Gambar 2. 12 Bubble Aerator**

Pada jenis ini udara yang dihasilkan tidak banyak dikarenakan tidak lebih dari 0,3-0,5 m<sup>3</sup> udara/m<sup>3</sup> air dan volume ini dengan mudah bisa dinaikan melalui suatu

penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bak air yang akan diaerasi.

**g. Multiple Tray Aerator**



**Gambar 2. 13 Multiple Tray Aerator**

Pada jenis ini terdiri dari suatu rangkaian bak yang disusun seperti rak (*tray*) dan dilubangi pada bagian dasarnya yang kemudian air akan dialirkan dari puncak berupa air terjun kecil yang kemudian didistribusikan secara merata pada masing-masing rak (*tray*) dan dikumpulkan pada suatu bak di bagian dasarnya (*collecting pons*). Pada jenis ini untuk memperoleh efisiensi perpindahan gas secara maksimum yaitu dengan pemerataan distribusi air yang harus terbagi secara rata. *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.

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

**Tabel 2. 6** Desain dan Karakteristik Operasional Aerator

<i>Aerator</i>	Penyisihan	Spesifikasi
<i>Aerator Gravitasi: Cascade</i>	20-45% CO <sup>2</sup>	Tinggi 1-3 m Luas: 85-105 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> .det kecepatan aliran: 0,3 m/det

<b>Aerator</b>	<b>Penyisihan</b>	<b>Spesifikasi</b>
<i>Packing Tower</i>	>95% VOC >90% CO <sup>2</sup>	Diameter kolom maksimum: 3 m Beban hidrolis: 2000 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari
<i>Tray</i>	>90% CO <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> 25-40 H <sub>2</sub> S	Tinggi: 1,2-9 m Diameter <i>nozzle</i> : 2,5-4 cm Jarak <i>nozzle</i> : 0,6-3,6 m Debit <i>nozzle</i> : 5-10L/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 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
<i>Aerator Mekanik</i>	70-90% CO <sup>2</sup> 25-40 H <sub>2</sub> S	Waktu detensi: 10-30 menit Kedalaman tangki: 2-4 m

(Sumber : Qasim, 2000)

#### 2.5.4 Koagulasi – Flokulasi

Pada koagulasi–flokulasi adalah salah satu metode yang menggunakan proses kimia untuk menyatukan partikel koloid sehingga membentuk partikel yang berukuran lebih besar dengan menambahkan bahan koagulan, yang selanjutnya dapat dipisahkan dengan cara yang lebih efisien melalui sedimentasi, flotasi atau



penyaringan. Koagulasi adalah proses pencampuran bahan kimia (koagulan) ke dalam air untuk membuat flok dengan pengadukan cepat. Flok adalah gumpalan lumpur yang dihasilkan dalam proses koagulasi-flokulasi. Sedangkan flokulasi adalah suatu proses penggumpalan partikel-partikel terdestabilisasi menjadi partikel-partikel berukuran besar, yang disebut dengan flok. Berbeda dengan koagulasi, pada proses flokulasi menggunakan pengadukan lambat. Pengadukan lambat digunakan untuk mencegah terpecahnya flok yang terbentuk. Jika sebuah flok mengalami perpecahan maka akan mengakibatkan sulit mengendap, sedangkan semakin besar sebuah flok terbentuk maka semakin mudah untuk mengendap. Waktu detensi pada pengadukan lambat yaitu 15-45 menit (Anggarani, 2018). Sehingga prinsip dari proses koagulasi-flokulasi yaitu pembubuhan bahan kimia koagulan dan pengadukan bahan kimia pada air baku.

Koagulan adalah zat kimia yang digunakan untuk pembentukan flok pada proses pencampuran (koagulasi-flokulasi). Flok yang ada dalam larutan akan mengalami keadaan yang dari stabil menjadi tidak stabil sehingga flok akan mudah mengendap (Rifa'i, 2007). Fungsi lain dari koagulan yaitu :

- Mengurangi kekeruhan akibat adanya partikel koloid anorganik maupun organik
- Mengurangi warna yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air
- Mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air

Dalam koagulan terdapat beberapa yang umum digunakan pada proses pengolahan air, sebagai berikut :

**Tabel 2. 7** Jenis Koagulan

<b>Nama</b>	<b>Formula</b>	<b>Bentuk</b>	<b>Reaksi Dengan Air</b>	<b>pH Optimum</b>
Aluminium Sulfat	$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$ Ox = 14,16,18	Bongkah, bubuk	Asam	6,0-7,8
Sodium Aluminat	$Na_2Al_2O_4$	Bubuk	Basa	6,0-7,8

<b>Nama</b>	<b>Formula</b>	<b>Bentuk</b>	<b>Reaksi Dengan Air</b>	<b>pH Optimum</b>
Poly Aluminium Chloride, PAC	$Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$	Cairan, bubuk	Asam	6,0-7,8
Ferri Sulfat	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	Kristal halus	Asam	4-9
Ferri Klorida	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Bongkah, cairan	Asam	4-9
Ferro Sulfat	$FeSO_4 \cdot 7 H_2O$	Kristal halus	Asam	>8,5

(Sumber : Sugiarto, 2006)

Dalam koagulan terdapat beberapa factor yang dapat mempengaruhi koagulan, yaitu :

1. Pengaruh pH

Hal ini penting untuk menghindari adanya kelarutan koagulan. Proses koagulan pH yang terbaik adalah 7 (netral).

2. Pengaruh Temperaatur

Temperatur rendah akan terjadi reaksi yang lebih lambat dan viskositas air menjadi lebih besar sehingga flok lebih sukar mengendap

3. Dosis Koagulan

Air dengan kekeruhan yang tinggi memerlukan dosis koagulan yang lebih banyak. Apabila tidak sesuai, maka kemungkinan tumbukan antara partikel akan berkurang dan netralisasi muatan tidak sempurna. Dosis koagulan yang berlebihan juga akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat.

5. Pengaruh garam.

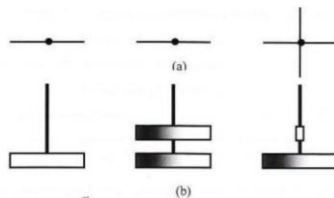
Garam tersebut dapat mempengaruhi proses penggumpalan. Pengaruh yang diberikan akan berbeda-beda bergantung dengan macam garam (ion) dan

konsentrasinya. Semakin besar valensi ion akan semakin besar pengaruhnya terhadap koagulan. Penggumpalan dengan garam Fe dan Al akan banyak dipengaruhi oleh anion dibandingkan dengan kation. Jadi natrium, kalsium, dan magnesium relatif tidak mempengaruhi (Sutrisno, 1992).

## 6. Pengadukan (*Mixing*)

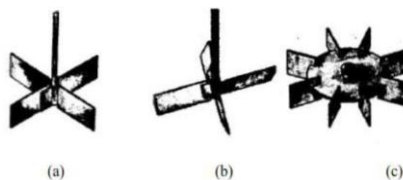
Dosis koagulan yang berlebihan juga akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat. Berdasarkan macam pengadukan, terdapat 2 (dua) macam yaitu pengadukan cepat dan lambat. Berdasarkan bentuknya terdapat 3 (tiga) macam, yaitu :

### 5.6.2.1 *Paddle* (Pedal)



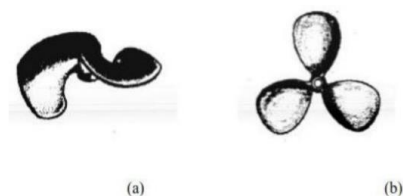
**Gambar 2. 14** Tipe Paddle : (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping  
(Sumber : Masduqi & Assomadi, 2012)

### 5.6.2.2 *Turbine*



**Gambar 2. 15** Tipe Turbin: (a) Paddle; (b) Propeller; (c) Turbin  
(Sumber : Qasim, 2000)

### 5.6.2.3 *Propeller* (Baling-baling)



**Gambar 2. 16** Tipe Propeller: (a) 2 blade; (b) 3 blade  
(Sumber : Qasim, 2000)

**Tabel 2. 8** Kriteria Impeller

<b>Tipe Impeller</b>	<b>Kecepatan Putaran</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Ket.</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>	400-1750 rpm	Diameter: maks. 45 cm	Jumlah <i>pitch</i> 1-2 buah

(Sumber : Reynolds &amp; Richards, 1996)

**Tabel 2. 9** Nilai Waktu Pengadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan

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

(Sumber : Reynolds &amp; Richards, 1996)

### 2.5.5 Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan solid-liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid. Biasanya sedimentasi berada setelah proses koagulasi dan flokulasi dikarenakan sedimentasi merupakan tempat terjadinya proses pengendapan setelah penambahan zat kimia pada proses sebelumnya. Pada umumnya, sedimentasi digunakan pada pengolahan air minum, pengolahan air limbah, dan pada pengolahan air limbah tingkat lanjutan (Bella, 2013). Tujuan sedimentasi pada pengolahan air minum digunakan untuk :

- Pengendapan air permukaan, khususnya untuk pengolahan dengan filter pasir cepat

- Pengendapan flok hasil koagulasi-flokulasi, khususnya sebelum disaring dengan filter pasir cepat
- Memisahkan partikel material pada bak pengendapan
- Memisahkan chemical flok proses koagulasi dan flokulasi kimia
- Memisahkan bioflok proses biologi (Marlis & Arbi, 2019).

Pada bak sedimentasi dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu rectangular/persegi panjang dan circular/lingkaran. Untuk jenis aliran air dalam unite sedimentasi adalah aliran horizontal, vertikal, dan radial. Dalam unit sedimentasi terdapat 4 bagian, yaitu:

1. Pengendapan tipe 1 (*Free Settling*)

Pada tipe 1 adalah pengendapan dari partikel-partikel diskrit yang bukan merupakan flok. Contoh dari pengendapan tipe 1 adalah pengendapan benda pasir, batu halus, dan lainnya bukan merupakan hasil dari flokulasi. Material ini biasanya terbawa oleh pompa air baku atau pompa intake.

2. Pengendapan tipe 2 (*Flocculent setting*)

Pada tipe 2 adalah pengendapan yang merupakan partikel-partikel yang berupa flok pada suatu spensi. Flok bisa terjadi karena adanya pencampuran zat-zat koagulasi dengan air yang memiliki kadar asam atau kekeruhan (Turbidity).

3. Pengendapan tipe 3 (*Zone Hindred Settling*)

Pada tipe ini adalah pengendapan dari partikel dengan konsentrasi sedang, partikel-partikel tersebut sangat berdekatan sehingga gaya antar partikel mencegah terjadinya pengendapan dari partikel sekelilingnya. Partikel-partikel tersebut berada pada posisi yang tetap satu sama lain dan semua mengendap dengan kecepatan konstan.

4. Pengendapan tipe 4 (*Copression Settling*)

Pada tipe ini adalah pengendapan dari partikel yang memiliki konsentrasi tinggi dimana partikel saling bersentuhan satu sama lainnya dan pengendapan hanya bisa terjadi dengan cara melakukan kompresi terhadap masa tersebut. (Harmiyati.2018).

Menurut (Brier & Lia Dwi Jayanti, 2020) terdapat beberapa bagian-bagian pada bak sedimentasi, yaitu :

1. Inlet (tempat air masuk ke dalam bak)

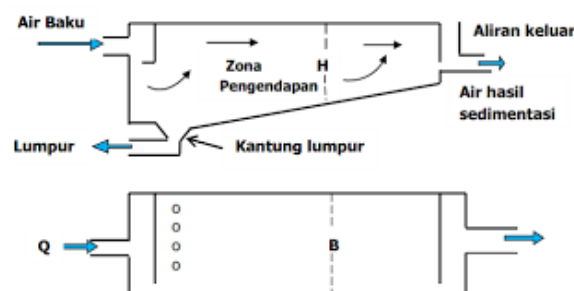
Pada zona inlet aliran air yang masuk akan merata pada unit sedimentasi dan menyebarkan kecepatan aliran yang baru masuk. Jika dua hal tersebut terjadi maka karakteristik aliran hidrolis dari unit akan lebih mendekati unit ideal dan menghasilkan efisiensi yang lebih baik.

2. Zona Pengendapan (tempat flok/partikel mengalami proses pengendapan)

Pada zona ini air akan mengalir pelan secara horizontal ke arah outlet dan dalam zona ini terjadi pengendapan. Lintasan partikel tergantung pada besarnya kecepatan pengendapan.

3. Ruang lumpur (tempat lumpur mengumpul sebelum diambil ke luar unit)

4. Outlet (tempat di mana air akan meninggalkan unit).



**Gambar 2. 17** Zona Pada Bak Sedimentasi

Dalam mendesain bak pengendap (sedimentasi) terdapat factor *scale up* yang umumnya digunakan adalah 1,75 dan untuk *overflow rate*, factor *scale up* yang umumnya digunakan adalah 0,65 (Reynold dan Richards, 1996). Dalam bak sedimentasi terdapat 2 (dua) jenis bak yang biasanya digunakan, yaitu :

a. *Horizontal – Flow Sedimentation*

Desain pada bangunan ini dapat mengurangi lebih dari 95% dari kekeruhan air. Cara kerja bak sedimentasi ini memiliki bentuk *rectangular* (persegi panjang) yaitu air yang mengandung flok akan masuk ke zona inlet, kemudian masuk ke dalam zona *settling* melalui sekat (*baffle*) agar alirannya menjadi laminar dan akan terjadi pengendapan partikel, kemudian endapannya akan masuk ke zona lumpur dan untuk airnya akan keluar melalui zona *outlet*. Adapun beberapa keuntungan horizontal-flow dibandingkan dengan up flow, yaitu :

- Lebih bisa menyesuaikan dengan variasi kualitas dan hidrolis air.
- Prosesnya memberikan bentuk yang dapat direncanakan sesuai dengan operasional dan kondisi iklim.
- Biaya konstruksi murah.
- Operasional dan perawatannya mudah.

b. *Upflow Sedimentation*

Bangunan tipe ini biasanya digunakan bila debit air konstan dan kualitas kekeruhan tidak lebih dari 900 NTU. Kelemahan dari bangunan ini adalah tidak bisa digunakan bila kapasitasnya berlebih dan memerlukan tenaga ahli untuk mengoperasikannya. Bila dalam suatu bangunan pengolahan air lahannya terbatas bisa digunakan tipe ini untuk bak sedimentasinya karena lahan yang diperlukan untuk bangunan ini relatif kecil.

### 2.5.6 Filtrasi

Filtrasi merupakan suatu proses pengolahan air yang berguna untuk menyaring air yang telah terkoagulasi dan mengendap. Air perlu dilakukan penyaringan ini supaya dapat menghasilkan air baku dengan kualitas yang lebih baik dan lebih layak pakai (Dyah Indriana; Dyah Wulan; Dwi Jokowinarno, 2020). Cairan yang telah diproses filtrasi atau penyaringan itu disebut dengan filtrat, sedangkan untuk padatan yang tertumpuk di penyaring itu disebut dengan residu (Ma'ruf *et al.*, 2021). Pada filtrasi dapat menghilangkan bakteri, warna, kekeruhan, dan kandungan logam seperti besi. Cara kerja pada filtrasi yaitu partikel-partikel yang cukup besar akan tersaring pada media pasir, sedangkan media zeolite dan arang aktif akan menyaring bakteri dan kandungan logam yang ada pada air. Filter mangan zeolit dapat digunakan untuk menyaring atau menghilangkan zat besi dan mangan, sedangkan filter karbon aktif dapat digunakan untuk menghilangkan kandungan zat organik, polutan mikro, dan dapat menjernihkan air (Dyah Indriana; Dyah Wulan; Dwi Jokowinarno, 2020)..

Dalam filtrasi terdapat beberapa jenis, yaitu *rapid sand filter*, *slow sand filter*, *pressure sand filter*, *multiple media filters*, *diatomaceous earth filters*, *upflow filters* dan lain sebagainya, namun biasanya yang digunakan pada pengolahan air yaitu *rapid sand filter*. Pada *rapid sand filter* memiliki keuntungan yaitu mampu

menghasilkan debit air yang lebih banyak, area yang digunakan tidak begitu luas, pasir yang dibutuhkan lebih sedikit, dan waktu yang dibutuhkan relatif lebih cepat, kurang sensitif terhadap perubahan kualitas air baku jika dibandingkan *slow sand filter*. Namun pada jenis ini juga memiliki kekurangan yaitu kurang efektif untuk mengatasi bau dan rasa yang ada pada air yang disaring. Selain itu, debit air yang cepat menyebabkan lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan patogen tidak akan terbentuk sebaik apa yang terjadi pada *slow sand filter* sehingga membutuhkan proses desinfeksi yang lebih intensif (Pratama, Handayani and Sujatmoko, 2017).

*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:

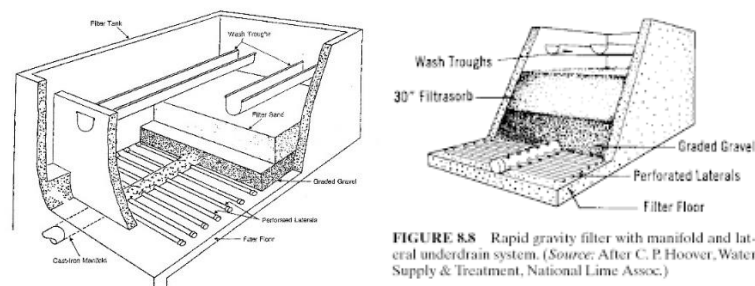
Single media pasir: UC = 1,3-1,7

ES = 0,45-0,7 mm

Dual media: UC = 1,4-1,9

ES = 0,5-0,7 mm

### 1. Pasir Cepat



**Gambar 2. 18** Unit Filtrasi Pasir Cepat

Filter pasir cepat atau rapid sand filter adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi cepat. *Rapid sand filter* memiliki pasir berdiameter 0,2-2,0 mm dan kerikil berdiameter 25-50 mm, kecepatan filtrasi 5,0- 7,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> jam. Tebal pasir efektif sekitar 30-70 cm (Pratama, Handayani and Sujatmoko, 2017). 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).

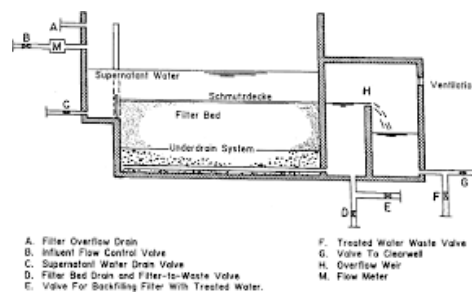
**Tabel 2. 10** Kriteria desain pasir cepat

No.	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan pencucian antar saringan
1.	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6-11	6-11
2.	Pencucian: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistem pencucian</li> <li>▪ Kecepatan (m/jam)</li> <li>▪ Lama pencucian (menit)</li> <li>▪ Periode antara dua pencucian (jam)</li> <li>▪ Ekspansi (%)</li> </ul>	Tanpa/dengan blower & atau surface wash  36-50  10-15  18-24  30-50	Tanpa/dengan blower & atau surface wash  36-50  10-15  18-24  30-50
3.	Dasar filter <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Lapisan penyangga dari atas ke bawah</li> <li>- Kedalaman (mm)</li> <li>ukuran butir (mm)</li> <li>- Kedalaman (mm)</li> <li>ukuran butir (mm)</li> <li>▪ Kedalaman (mm)</li> <li>▪ ukuran butir (mm)</li> <li>▪ Kedalaman (mm)</li> </ul>	80-100  2-5  80-100  5-10  80-100  10-15  80-150  15-30	80-100  2-5  80-100  5-10  80-100  10-15  80-150  15-30

No.	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan pencucian antar saringan
	ukuran butir (mm)	<0,5	<0,5
	b. Filter nozel	>4%	>4%
	- Lebar slot nozel (mm)		
	- Prosentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)		

(Sumber : SNI 6774-2008)

## 2. Pasir lambat



**Gambar 2. 19** Unit Filtrasi Pasir Lambat

Filter pasir lambat atau *Slow Sand Filtration* adalah saringan yang menggunakan pasir dengan ukuran butiran sangat kecil namun mempunyai kandungan kuarsa yang tinggi. Proses penyaringan berlangsung secara gravitasi dan berjalan dengan sangat lambat. Dalam *Slow Sand Filtration* memiliki kecepatan 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 & Assomadi, 2012:176).

**Tabel 2. 11** Kriteria perencanaan filter pasir lambat

<b>Kriteria</b>	<b>Nilai/Keterangan</b>
Kecepatan filtrasi	0,1-0,4 m/jam
Ukuran bed	Besar, 2000 m
Kedalaman bed	30 cm kerikil, 90-110 cm pasir, berkurang 50-80 cm saat pencucian
Ukuran pasir	Effective size 0,25-0,3 mm, uniformity coefficient 2-3
Distribusi ukuran media	Tidak terstratifikasi
Sistem underdrain	Sama dengan filter cepat atau batu kasar dan beton berlubang sebagai saluran utama
Kehilangan energi	6 cm saat awal, hingga 120 cm saat akhir
Filter run	20-60 hari
Metode pembersihan	Mengambil lapisan pasir dipermukaan 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)

### 2.5.7 Disinfeksi

Dalam air minum harus bebas dari mikroorganisme patogen, sehingga memerlukan unit desinfeksi dalam pengolahan air minum. Disinfeksi adalah membunuh mikroorganisme yang ada dalam air dan dapat menimbulkan penyakit. Selain itu disinfeksi memiliki fungsi untuk oksidasi zat organik, besi, mangan dan dapat mengontor masalah rasa, warna, pertumbuhan algae (Said, 2007). Dalam disinfeksi terdapat beberapa factor yang dapat mempengaruhi proses, yaitu :

- Jenis disinfeksi
- Jenis mikroorganisme
- Konsentrasi desinfeksi dan waktu kontak
- Pengaruh pH
- Temperature
- Pengaruh kimia dan fisika pada desinfeksi

Dalam desinfeksi terdapat beberapa macam dengan metode yang berbeda, sebagai berikut :

#### 1. Disinfeksi dengan senyawa khlor (chlorine)

Dari ketiga senyawa khlor ( $\text{HOCl}$ ,  $\text{OCl}^-$ , dan  $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), asam hipoklorit merupakan senyawa yang cukup efektif untuk menginaktivasi mikroorganisme dalam air. Dari beberapa jenis tersebut khlor  $\text{HOCl}$  merupakan yang umumnya digunakan karena sangat efektif untuk inaktivasi patogen dan bakteri indikator. Pengolahan air dengan pemberian khlor 1 mg/L dengan waktu kontak kurang dari 30 menit umumnya efektif untuk mengurangi bakteri dengan jumlah yang cukup besar (Said, 2007).

#### 2. Disinfeksi dengan khlor dioksida

Khlor dioksida tidak membentuk trihalomethan (THM), juga tidak bereaksi dengan amonia untuk menjadi Khloramin. Oleh karena itu zat ini banyak digunakan sebagai disinfektan pada pengolahan air minum. Selain itu Khlor dioksida cepat bereaksi dan efektif sebagai disinfektan mikroba, sama bahkan lebih dari kemampuan khlorin dalam inaktivasi bakteri dan virus pada proses pengolahan air dan air buangan (Said, 2007).

#### 3. Disinfeski dengan ozon

Ozon merupakan senyawa yang mampu membunuh bakteri dan mempunyai daya oksidasi yang kuat. Disinfeksi dengan ozon ini sekarang digunakan sebagai disinfektan utama untuk membunuh atau menginaktivasi mikroorganisme patogen dan untuk mengoksidasi zat besi dan mangan, senyawa penyebab rasa dan bau, warna, zat organik, deterjen, fenol serta zat organik lain. Sebagai disinfektan, ozon dapat dengan cepat membunuh virus, bakteri dan jamur serta mikroorganisme lainnya (Said, 2007).

#### 4. Disinfeksi dengan sinar ultraviolet

Disinfektan UV ini efisien pada air minum dikarenakan dapat menghilangkan virus yang merupakan substansi utama penyebar penyakit air dari sumber air tanah. Selain itu disinfeksi UV ini tidak menimbulkan hasil samping senyawa karcinogen atau hasil samping yang bersifat racun, tidak menimbulkan masalah rasa atau bau dan tidak diperlukan penyimpanan dan penanganan bahan kimia beracun. Keuntungan dalam disinfeksi UV yaitu hanya memerlukan ruangan yang kecil (Said, 2007).

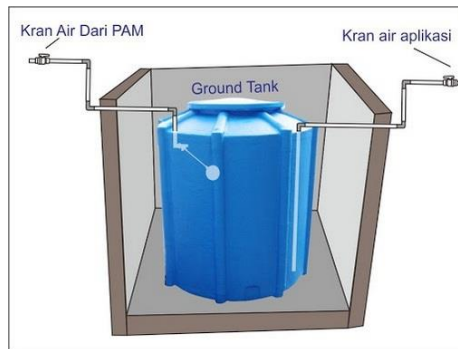
### 2.5.8 Reservoir

Reservoir adalah bangunan yang berfungsi untuk menampung air sebelum dialirkan ke pelanggan. Lama penampungan disesuaikan dengan tingkat pemakaian air pada masa jam pemakaian, jam puncak dan pemakaian rata-rata. Air bersih yang ada dalam bak reservoir akan disalurkan dengan menggunakan pompa. Namun reservoir memiliki fungsi utama sebagai penyeimbang antara debit produksi dan debit pemakaian air (Ulfani, 2018). Seringkali untuk waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat selalu sama besarnya dengan debit pemakaian air. Sehingga jika 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.

Dalam reservoir terdapat beberapa jenis reservoir, jika berdasarkan tinggi relatif reservoir maka terdapat 2 (dua) jenis, yaitu :

1. Reservoir permukaan (*Ground Reservoir*)

Reservoir permukaan adalah bangunan penampung air bersih yang terletak di bawah permukaan tanah. Keuntungan jenis ini yaitu memiliki biaya yang lebih murah, sedangkan untuk kekurangannya yaitu biaya eksploitasi yang tinggi dan apabila ada gangguan listrik maka pengairannya menjadi terhambat karena menggunakan pompa (Mathematics, 2016).



**Gambar 2. 20** Reservoir permukaan

## 2. Reservoir Menara (*Elevated Reservoir*)

Reservoir menara adalah bangunan penampung air bersih yang terletak lebih tinggi dari daerah pelayanan, sehingga untuk pendistribusiannya menggunakan gaya gravitasi. Keuntungan pada jenis ini yaitu biaya eksploitasi rendah dan kemaacetan listrik yang tidak berpengaruh banyak karena tidak menggunakan pompa. Namun kekurangannya adalah terkadang diperlukan Menara air yang tinggi sehingga biaya pembuatannya pun cukup mahal (tinggi) (Mathematics, 2016).



**Gambar 2. 21** Reservoir menara

Sedangkan jika berdasarkan bahan konstruksinya maka terdapat 2 (dua) jenis, yaitu:

1. Tangki reservoir dari baja

Pada jenis ini memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan tangki beton, akan tetapi reservoir dengan konstruksi baja lebih rentan terhadap karat, oleh sebab itu maka perlu dicat dan dilindungi dengan *Cathodic Protection*.



**Gambar 2. 22** Tangki reservoir dari baja

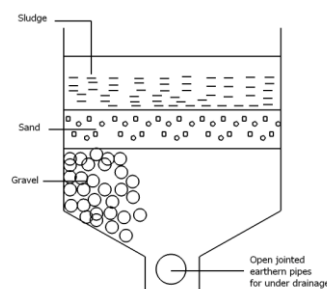
## 2. Tangki reservoir beton

Pada jenis ini terdapat penutup yang akan menjaga air tetap bersih dan tidak terkontaminasi tetapi jenis ini memiliki biaya konstruksi yang relatif lebih tinggi dibandingkan reservoir baja. Sementara itu untuk tangki beton cetakan tergantung dari ketersediaan cetakannya sehingga membatasi variasi bentuk strukturnya. Biasanya tangki ini berbentuk segi empat ataupun bujur sangkar (Ulfani Zalzilah, 2017).



**Gambar 2. 23** Tangki reservoir dari beton

### 2.5.9 Sludge Drying Bed (SDB)



**Gambar 2. 24** Sludge Drying Bed (SDB)

Pada umumnya *Sludge Drying Bed* (SDB) ini mengumpulkan padatan lumpur/sludge dengan ukuran padatan yang relative kecil-sedang. Lumpur yang terkumpul akan diletakkan pada kolam yang memiliki kedalaman sekitar 200-300mm, setelah itu lumpur akan dibiarkan sampai mengering. Sehingga *Sludge Drying Bed* (SDB) merupakan pengolahan lumpur dengan cara mengeringkan lumpur menggunakan cahaya matahari. Jika cuaca sedang dalam musim hujan maka hal tersebut dapat mengganggu proses pengeringan lumpur pada unit SDB. Jika tidak pada saat musim hujan, waktu pengeringan lumpur dapat terjadi selama 15 hari dengan tebal lumpur (cake) di atas media filter 25-30 cm, tebal pasir 15-20 cm, dan tebal lapisan kerikil 25-30 cm. Kadar air pada lumpur yang didapatkan setelah 10 hingga 15 hari pengeringan adalah 60 - 70% (Ummah, 2018).

Dalam *Sludge Drying Bed* (SDB) akan menghasilkan padatan yang hanya dapat dikuras dari bangunannya setelah lumpur mongering. Bentuk dari lumpur yang mengering yaitu memiliki permukaan yang terlihat retak dan mudah ahncur serta berwarna hitam atau coklat gelap. Proses pengurasan dapaat dikaataakan selesai apabila *sludge* telah dikeruk menggunakan *scrapper* atau secara manual dan diangkut menggunakan truk dan keluar dari lokasi pengolahan (Metcalf & Eddy, 2003).

## 2.6 Persen Removal

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

**Tabel 2. 12** Persen Removal Unit Pengolahan

<b>Unit Bangunan</b>	<b>Parameter</b>	<b>Persen Removal (%)</b>	<b>Sumber</b>
Prasedimentasi	Kekeruhan	65%-80%	Reynolds/Richards 2nd,Unit Opereations and Processess in Environmental Engineering, page 130.



<b>Unit Bangunan</b>	<b>Parameter</b>	<b>Persen Removal (%)</b>	<b>Sumber</b>
Aerasi	Besi (Fe)	60% - 90%	Droste Tahun 1997 Halaman 224 – 225
	Mangan (Mn)	0% - 60%	
Sedimentasi	TSS	80% - 90%	Metcalf & Eddy, Inc Tahun 2003 Halaman 497
	BOD	50% - 80%	
	COD	40% - 70%	Syed R. Qasim Tahun 1999 Halaman 74
Filtrasi	Besi (Fe)	90%	Droste Tahun 1997 Halaman 224 – 225
	Mangan (Mn)	90%	
Disinfeksi	Total Coliform	90%-100%	Droste Tahun 1997 Halaman 224 – 225
	E.Coli	90%-100%	

(Sumber : Hasil Analisis, 2023)

## 2.7 Profil Hidrolis

Profil hidrolis adalah faktor yang penting terjadinya proses pengaliran air. Profil ini tergantung dari energi tekan atau head tekan (dalam tinggi kolom air) yang tersedia padaa bagi pengaliran. Head ini dapat dalam bentuk beda elevasi (tinggi ke rendah) sehingga air dapat mengalir secara gravitasi. Jika dalam head tidak terdapat beda elevasi yang memadai, maka perlu diberikan head tambahan dari luar, yaitu dengan diberikan pompa. Sehingga profil hidrolis digambarkan untuk mendapatkan tinggi muka air pada masing-masing unit instalasi. Pada profil ini akan menunjukkan adanya kehilangan tekanan (head loss) yang terjadi akibat pengaliran

pada bangunan. Sebelum membuat profil hidrolis terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, dan diperhitungkan yaitu :

1. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan

Untuk membuat profil hidrolis perlu perhitungan kehilangan tekanan pada bangunan. Kehilangan tekanan akan mempengaruhi ketinggian muka air di dalam bangunan pengolahan. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan ada beberapa macam, yaitu:

- a. Kehilangan tekanan pada pintu.
- b. Kehilangan tekanan pada weir, sekat, ambang dan sebagainya harus dihitung secara khusus.
- c. Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris.
- d. Kehilangan tekanan pada perpipaan.
- e. Kehilangan tekanan pada aksesoris.
- f. Kehilangan tekanan pada pompa.
- g. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok.

2. Tinggi muka air

Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat terjadi kesalahan dalam menentukan elevasi (ketinggian) bangunan pengolahan, dalam pelaksanaan pembangunan sehingga akan dapat mempengaruhi pada proses pengolahan. Kehilangan tekanan bangunan (saluran terbuka dan tertutup) tinggi terjunan yang direncanakan (jika ada) akan berpengaruh pada perhitungan tinggi muka air. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara :

- a. Menentukan tinggi muka air bangunan pengolahan yang paling akhir.
- b. Tambahkan kehilangan tekanan antara clear well dengan bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air di clear well.
- c. Didapat tinggi muka air bangunan sebelum clear well demikian seterusnya sampai bangunan yang pertama sesudah intake.
- d. Jika tinggi muka air bangunan sesudah intake ini lebih tinggi dari tinggi muka air sumber maka diperlukan pompa di intake untuk menaikkan air.