

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Air Baku

Dalam perencanaan pengolahan air minum ini, air baku yang digunakan yaitu air permukaan (air sungai) yang mempunyai beberapa karakteristik sebagai berikut:

2.1.1 Total Koliform

Total koliform merupakan suatu kelompok bakteri yang dapat digunakan sebagai indikator adanya patogen atau tidak. Total koliform yang ada di dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat *enteropatogenik* dan/atau *toksigenik* yang berbahaya bagi kesehatan. Total koliform dibagi menjadi 2 golongan, yaitu koliform fekal, seperti *Escherichia coli* (*E.coli*) yang bersumber dari tinja manusia, hewan berdarah panas, dan koliform non fekal, seperti *aerobacter* dan *klebsiella* yang bukan bersumber dari tinja manusia, tetapi berasal dari hewan atau tanaman yang telah mati. Air olahan untuk air minum harus bebas dari kandungan total koliform (Pakpahan dkk, 2015).

2.1.2 Total Suspended Solid (TSS)

TSS merupakan material yang halus di dalam air yang mengandung lanau, bahan organik, mikroorganisme, limbah industri dan limbah rumah tangga yang dapat diketahui beratnya setelah disaring dengan kertas filter ukuran 0,042 mm. Nilai konsentrasi TSS yang tinggi dapat menurunkan aktivitas fotosintesis dan penambahan panas di permukaan air sehingga oksigen yang dilepaskan tumbuhan air menjadi berkurang dan mengakibatkan kekeruhan air (Wirasatriya, 2011).

2.1.3 Kekeruhan

Kekeruhan merupakan ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala *NTU* (*Nephelometric Turbidity Unit*). Kekeruhan ini dapat disebabkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri. Penurunan dalam kekeruhan ini diperlukan

karena selain ditinjau dari segi estetika yang kurang baik juga sebagai proses untuk desinfeksi air keruh sangat susah. Hal ini disebabkan penyerapan beberapa koloid dapat melindungi organisme dari adanya desinfektan yang diberikan (Falabiba, 2019).

Kekeruhan air disebabkan oleh adanya zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan lapukan tanaman atau hewan. Buangan industri dapat juga menyebabkan sumber kekeruhan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya. Bakteri ini juga merupakan zat tersuspensi, sehingga pertumbuhannya akan menambah pula kekeruhan air. Demikian pula dengan algae yang berkembang biak karena adanya zat hara N, P, K akan menambah kekeruhan air. Air yang keruh sulit didesinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut. Hal ini tentu berbahaya bagi kesehatan, bila mikroba itu patogen (Effendi, 2003).

2.1.4 Besi (Fe)

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat-tempat di bumi. Pada umumnya, besi yang ada di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri); tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $<1 \mu m$) atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, dan sebagainya; tergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganik (seperti tanah liat). Konsentrasi Fe yang tinggi ini dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas kapur (Febrina & Astrid, 2014).

Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Sekalipun Fe diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis yang besar dapat merusak dinding usus. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk (Febrina & Astrid, 2014).

2.2 Bangunan Pengolahan Air Minum

2.2.1 Bangunan Penyadap (*Intake*)

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, *intake* merupakan bangunan untuk menangkap air atau tempat air masuk sungai, danau, atau sumber air lainnya. Kapasitas bangunan *intake* yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan air maksimum. Berikut merupakan persyaratan penempatan lokasi bangunan pengambilan (*intake*) (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2007):

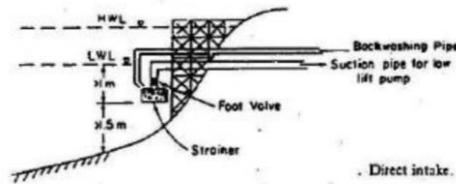
1. Penempatan bangunan penyadap (*intake*) harus aman terhadap polusi yang disebabkan pengaruh luar (pencemaran oleh manusia dan makhluk hidup lain);
2. Penempatan bangunan pengambilan pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (seperti longsor dan lain-lain);
3. 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 memperhatikan 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;

Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar (Peraturan Menteri

Pekerjaan Umum, 2007). Menurut Kawamura (2000), bangunan *intake* memiliki tipe yang bermacam-macam, antara lain:

1. Bangunan Penyadap Langsung (*Direct Intake*)

Pada umumnya bangunan ini digunakan untuk sumber air yang dalam seperti sungai atau danau dengan kedalaman yang cukup tinggi. *Intake* jenis ini memungkinkan terjadinya erosi pada dinding dan pengendapan di bagian dasarnya. Gambar bangunan penyadap langsung dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:

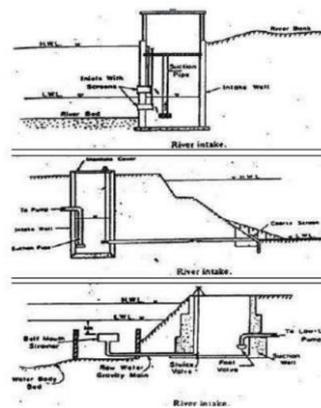


Gambar 2.1 Direct Intake
(Sumber: Kawamura, 2000)

2. Bangunan Penyadap Tidak Langsung (*Indirect Intake*)

a. *River Intake*

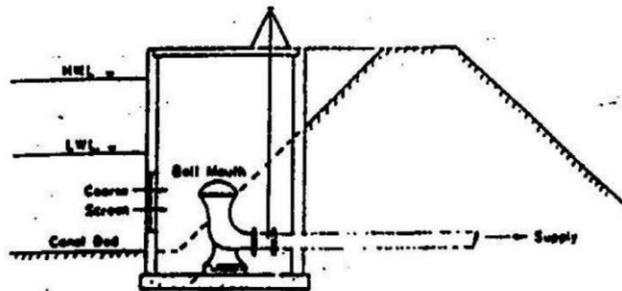
Bangunan penyadap tidak langsung jenis river intake menggunakan pipa penyadap dalam bentuk sumur pengumpul. Jenis ini dinilai lebih ekonomis untuk sumber air dari sungai yang memiliki perbedaan ketinggian muka air di musim yang berbeda. Gambar bangunan river intake dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 River Intake
(Sumber: Kawamura, 2000)

b. *Canal Intake*

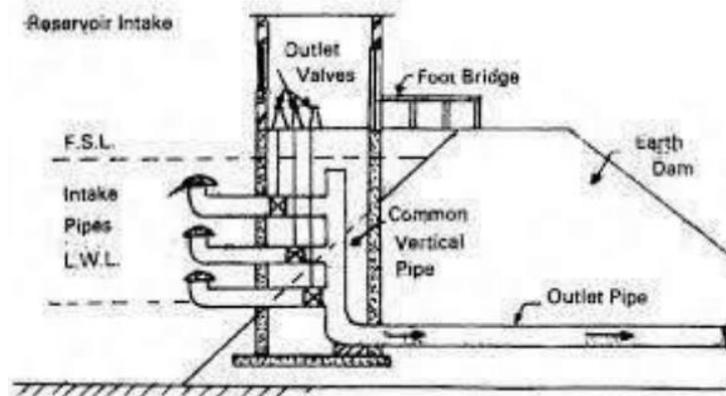
Bangunan jenis canal intake biasanya digunakan untuk air dari kanal. Dinding chamber terbuka sebagian ke arah kanal dan dilengkapi dengan pipa pengolahan selanjutnya. Gambar bangunan canal intake dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 *Canal Intake*
(Sumber: Kawamura, 2000)

c. *Reservoir intake*

Reservoir intake pada umumnya digunakan untuk air yang berasal dari DAM/bendungan/waduk. Reservoir intake menggunakan menara *intake* yang dibuat terpisah dengan DAM/bendungan/waduk dan diletakkan pada bagian hulu. Pada umumnya juga inlet diletakkan pada beberapa titik menara untuk mengatasi perubahan ketinggian permukaan air. Gambar bangunan reservoir intake dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 *Reservoir Intake*
(Sumber: Kawamura, 2000)

Rumus yang dapat digunakan dalam perhitungan *intake* dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut (Qasim dkk, 2000)

1. Mencari debit tiap *intake*

$$Q = \frac{Q \text{ kapasitas produksi}}{\Sigma \text{ pipa}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan: Q = debit (m³/s)
 $\Sigma \text{ pipa}$ = jumlah pipa *intake*

2. Mencari luas penampang pipa *intake*

$$A = \frac{Q \text{ pipa intake}}{v} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan: A = luas penampang (m²)
 Q = debit (m³/s)
 v = kecepatan (m/s)

3. Mencari diameter pipa *intake*

$$D = \left(\frac{4 \times A}{\pi}\right)^{0,5} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan: D = diameter pipa (m)
 A = luas penampang (m²)

4. Rumus umum kecepatan (v)

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan: v = kecepatan (m/s)
 Q = debit (m³/s)
 A = luas penampang (m²)

5. *Head Losses* mayor sepanjang pipa

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan: H_f = headloss mayor (m)
 Q = debit (m³/s)
 L = panjang pipa (m)
 C = koefisien kekasaran pipa
 D = diameter pipa (m)

Berikut merupakan koefisien kekasaran pipa Haen-Williams pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Koefisien Kekasaran Pipa Haen-Williams

<i>Jenis Pipa</i>	<i>Nilai Kekasaran Pipa (C)</i>
<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)

6. *Head Losses* minor (H_m)

$$H_m = \frac{K \times v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.6)$$

- Keterangan: H_m = minor losses (m)
 k = koefisien kehilangan energi
 v = kecepatan (m/s)
 g = percepatan gravitasi (m^2/s)

Untuk mengetahui nilai K Value dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai K untuk Kehilangan Energi

<i>Valve, Fittings, and Specials</i>	<i>K Value</i>
<i>Entrance, suction bell</i> (32 in) 81 cm	0,004
<i>90⁰ elbow</i> (24 in) 61 cm	0,3
<i>Gate valve</i> (24 in) 61 cm	0,19
<i>Reducer</i> (14 in) 35,5 cm	0,25
<i>Check vale</i> (20 in) 51 cm	2,5
<i>90⁰ elbow</i> (20 in) 51 cm	0,3
<i>Gate valve</i> (20 in) 51 cm	0,19
<i>Tee</i> (20 in x 20 in) 50 cm x 50 cm	1,8

(Sumber: Qasim dkk, 2000)

7. Mencari slope pipa

$$S = \frac{H_f}{L} \dots\dots\dots(2.7)$$

- Keterangan: S = slope pipa (m/m)
 H_f = head losses (m)
 L = panjang pipa (m/m)

8. Jumlah kisi pada *bar screen* (n)

$$D = n \times d \times (n+1) \times r \dots\dots\dots(2.8)$$

- Keterangan: n = jumlah kisi
 d = lebar batang kisi (m)
 r = jarak antar kisi (m)
 D = lebar screen (m)

9. Mencari *velocity head* (h_v)

$$h_v = \frac{vc^2}{2g} \dots\dots\dots(2.9)$$

- Keterangan : h_v = velocity head
 v = kecepatan (m/s)
 g = percepatan gravitasi (m²/s)

10. Headloss melalui *screen* (H_{f_{screen}})

$$H_{f_{screen}} = \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^4 \times h_v \times \sin \alpha \dots\dots\dots(2.10)$$

- Keterangan: β = koefisien minor losses (m)
 w = lebar bar (cm)
 b = jarak antar bar (cm)

Untuk mengetahui nilai *minor losses bar* dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Faktor Minor Losses Bar

Bentuk Bar	Nilai Minor Losses β
<i>Shape edge rectangular</i>	2,42
<i>Rectangular with semicircular up stream face circular</i>	1,83
<i>Circular</i>	1,79

Bentuk Bar	Nilai Minor Losses β
<i>Rectangular with semicircular up stream and down stream face</i>	1,67
<i>Tear shape</i>	0,76

(Sumber: Qasim dkk, 2000)

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 outlet, 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 *influen* 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.

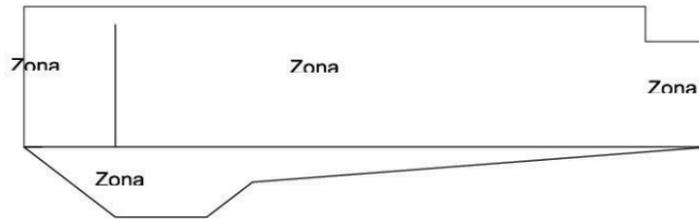
3. Zona lumpur

Zona lumpur merupakan tempat menampung material yang mengendap bersama lumpur

4. Zona outlet

Zona outlet merupakan tempat menghaluskan aliran transisi, dari zona settling ke aliran effluen, serta mengatur debit effluen (Qasim dkk, 2000)

Untuk mempermudah mengetahui letak zona, maka dapat dilihat pada Gambar 2.5 yaitu tampak samping unit prasedimentasi.



Gambar 2.5 Tampak Samping Unit Prasedimentasi

Menurut Metcalf & Eddy (2003), ada kriteria yang perlu diperhatikan untuk mendesain unit prasedimentasi, antara lain: *detention time*, *overflow rate*, *average flow*, *peak hourly flow*, dan *weir loading*. Berikut merupakan Tabel 2.4 yang menjelaskan mengenai desain tipikal prasedimentasi:

Tabel 2.4 Desain Tipikal Prasedimentasi

<i>Item</i>	<i>U.S customary units</i>			<i>SI units</i>		
	<i>Unit</i>	<i>Range</i>	<i>Typical</i>	<i>Unit</i>	<i>Range</i>	<i>typical</i>
<i>Primary sedimentation tank flowed by secondary treatment</i>						
<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 ² .d	800 – 1200	1000	m ³ /m ² .d	30 – 50	40
<i>Peak hourly flow</i>	gal/ft ² .d	2000 – 3000	2500	m ³ /m ² .d	80 – 120	100
<i>Weir loading</i>	gal/ft ² .d	10000 – 40000	20000	m ³ /m ² .d	125 – 500	250
<i>Primary settling with waste activated-sludge return</i>						
<i>Detention time</i>	H	1,5 – 2,5	2	H	1,5 – 2,5	2
<i>Overflow</i>						

<i>Item</i>	<i>U.S customary units</i>			<i>SI units</i>		
	<i>Unit</i>	<i>Range</i>	<i>Typical</i>	<i>Unit</i>	<i>Range</i>	<i>typical</i>
<i>rate</i>						
<i>Average flow</i>	gal/ft ² .d	600 – 800	700	m ³ /m ² .d	24 – 32	28
<i>Peak hourly flow</i>	gal/ft ² .d	1200 - 1700	1500	m ³ /m ² .d	48-70	60
<i>Weir Loading</i>	gal/ft ² .d	10000 – 40000	20000	m ³ /m ² .d	125 – 500	250

(Sumber: Metcalf & Edyy, 2003)

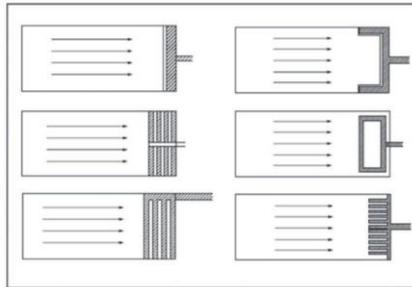
Desain outlet biasanya terdiri dari pelimpah yang dirancang untuk mengurangi terjadinya aliran pendek. *Weir loading rate* adalah beban pelimpah (dalam hal ini adalah debit air) yang harus ditanggung per satuan waktu dan panjangnya. Berikut ini adalah beberapa kriteria desain untuk *weir loading rate* dari berbagai sumber pada Tabel 2.5:

Tabel 2.5 Ragam *Weir Loading Rate* dari berbagai sumber

<i>Weir Loading Rate</i> (m³/hari.m)	Sumber	Keterangan
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 dari berbagai sumber tentang *weir loading rate* di atas, dapat dilihat bahwa jika pada bak *density current*, *weir loading rate* diharapkan tidak terlalu besar karena menyebabkan terjadinya penggerusan pada partikel yang mengendap di sekitar outlet, sehingga diharapkan *weir loading rate* dapat sekecil mungkin. Pada dasarnya satu pelimpah sudah cukup, namun jika hanya ada satu pelimpah, maka *weir loading rate* akan menjadi besar. Hal tersebut

dapat mengganggu proses pengendapan, sebab terjadi aliran ke atas menuju pelimpah dengan kecepatan tinggi yang menyebabkan partikel yang bergerak ke bawah untuk mengendap terganggu (Yulianti, 2012). Terdapat beberapa alternatif untuk mendesain pelimpah agar luas yang dibutuhkan untuk zona outlet tidak terlalu besar dan beban pelimpah juga tidak terlalu besar, antara lain dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Ragam Susunan Pelimpah pada Outlet
(Sumber: Qasim dkk, 2000)

2.2.3 Aerasi

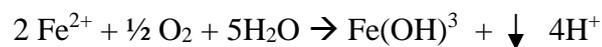
Aerasi adalah suatu proses penambahan udara/oksigen dalam air dengan membawa air dan udara ke dalam kontak yang dekat, dengan cara menyemprotkan air ke udara (air ke dalam udara) atau dengan memberikan gelembung-gelembung halus udara dan membiarkannya naik melalui air (udara ke dalam air). Perpindahan gas dari atmosfer ke air (penambahan oksigen terlarut) akan meningkatkan oksidasi besi, mangan, dan logam lain ke tingkat oksidasi yang lebih tinggi dan lebih tidak larut. Endapan yang terbentuk akan mengendap di bak sedimentasi dan unit filtrasi (Droste, 1997).

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 dan tugas utama dari aerator ini adalah memperbesar permukaan kontak antara air dan udara. Tujuan aerasi adalah sebagai berikut (Findo dkk, 2013):

1. Penambahan jumlah oksigen
2. Penurunan jumlah karbon dioksida (CO₂)

3. Menghilangkan *hydrogen sulfide* (H₂S), *methan* (CH₄) dan berbagai senyawa organik lain yang bersifat *volatile* (menguap)

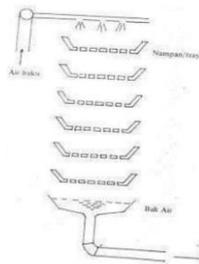
Tujuan dari proses aerasi adalah meningkatkan konsentrasi oksigen yang berada di dalam air yang berguna dalam pengolahan air. Terjadi kontak antara air dan oksigen dikarenakan adanya penambahan udara dalam air pada proses aerasi sehingga dapat membentuk endapan Fe(OH)₃, hal tersebut juga berlaku pada logam lain. Selain itu, aerasi juga meningkatkan produksi oksigen ditandai dengan penurunan parameter organik dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Berikut reaksi kimia yang terjadi pada besi saat aerasi berlangsung (Istihara, 2019):



Pada jurnal Eko, dkk (2018), pengujian COD pada air wudhu setelah diaerasi menunjukkan penurunan kadar COD. Penurunan kadar COD terjadi karena terjadinya penambahan asupan oksigen ke dalam sampel limbah sehingga terjadi proses oksidasi oleh mikroorganisme yang menyebabkan penurunan senyawa organik pada sampel limbah. Sementara itu, sama seperti halnya pada pengujian BOD terjadi penurunan yang cukup besar. Hal ini disebabkan terjadinya asupan oksigen ke air limbah mengakibatkan meningkatnya laju penguraian yang diakibatkan oleh bertumbuhnya populasi organisme yang baik. Berikut merupakan jenis-jenis metode aerasi (Rahmawati, 2010):

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

Pengolahan air aerasi dengan metoda *waterfall/multiple aerator* seperti pada Gambar 2.7, susunannya sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruang yang kecil.

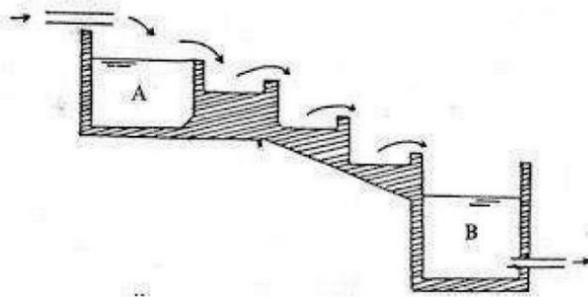


Gambar 2.7 *Multiple Tray Aerator*
(Sumber: Rahmawati, 2010)

Jenis aerator ini terdiri atas 4-8 tray dengan dasarnya penuh lubang-lubang pada jarak 30-50 cm. Pada bagian atas tray pipa diberikan lubang supaya air dapat turun secara merata, dari sini percikan-percikan kecil turun ke bawah dengan kecepatan kira-kira 0,02 m/detik per m² permukaan tray. Tetesan yang kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap tray berikutnya. Tray-tray ini bisa dibuat dengan bahan yang cocok seperti lempengan absetos cement berlubang-lubang pipa plastik yang berdiameter kecil atau lempenga yang terbuat dari kayu secara paralel.

b. *Cascade Aerator*

Jenis ini pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4-6 step/tangga, setiap step kira-kira ketinggiannya 30 cm dengan kapasitas kira-kira ketebalan 0,01 m³/detik per m². Untuk menghilangkan gerak putaran (*turbulence*) guna menaikkan efisiensi aerasi, hambatan sering terjadi di tepi peralatan pada setiap step. Dibanding dengan *tray aerators*, ruang yang diperlukan bagi *cascade aerators* lebih besar daripada total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lain adalah tidak diperlukan pemeliharaan. Bentuk *Cascade Aerator* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



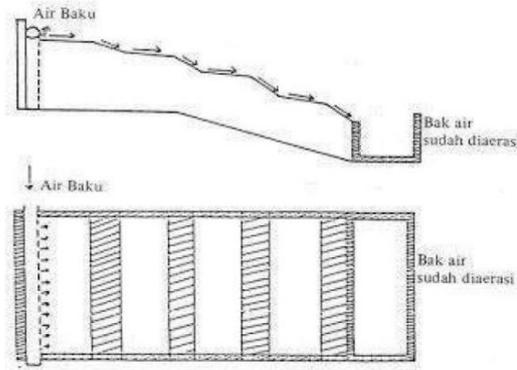
Gambar 2.8 *Cascade Aerator*
(Sumber: Rahmawati, 2010)

Keterangan: A = air baku
B = air sudah diaerasi

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

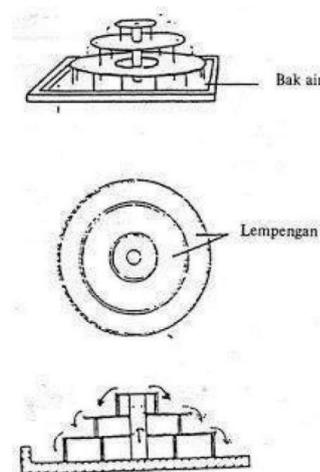
udara ke dalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi dalam 3-5 step. Kapasitas bervariasi antara 0,005 dan 0,5 m³/detik per m². Bentuk *Submerged Cascade Aerator* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Submerged Cascade Aerator*
(Sumber: Rahmawati, 2010)

d. *Multiple Platform Aerator*

Jenis ini memakai prinsip yang sama, lempengan-lempengan untuk menjatuhkan air guna mendapatkan kontak secara penuh terhadap air. Bentuk *Multiple Platform Aerator* dapat dilihat pada Gambar 2.10.

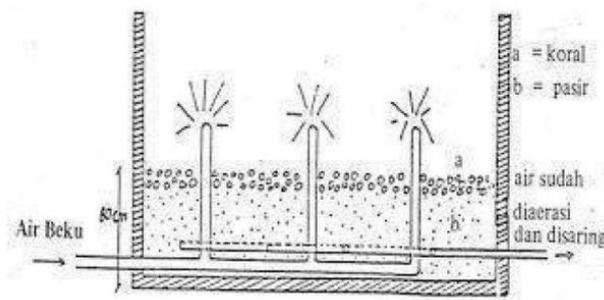


Gambar 2.10 *Multiple Platform Aerator*
(Sumber: Rahmawati, 2010)

e. *Spray Aerator*

Spray Aerator terdiri atas nozel 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*

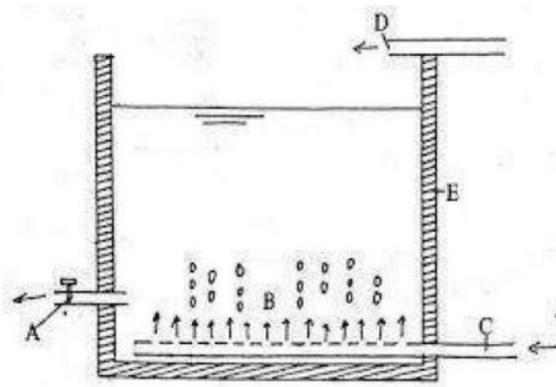
aerator sederhana diperlihatkan pada gambar, dengan pengeluaran air ke arah bawah melalui batang-batang pendek dari pipa panjangnya 25 cm dan diameter 15-20 mm. Piringan melingkar ditempatkan beberapa centimeter di bawah setiap ujung pipa, sehingga bisa berbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi tetesan-tetesan yang halus. Nozel untuk *spray aerator* bentuknya bermacam-macam, ada juga nozel yang dapat berputar-putar. Gambar *spray aerator* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Spray Aerator*
(Sumber: Rahmawati, 2010)

f. *Bubble Aerator* (Aerasi Gelembung Udara)

Jenis ini mempunyai jumlah udara yang diperlukan untuk *bubble aerator* (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 desain *bubble aerator* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 *Bubble Aerator*
(Sumber: Rahmawati, 2010)

Keterangan: A = outlet
B = gelembung udara
C = pipa berlubang untuk udara
E = bak air

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 pans*). Pemerataan distribusi air diatas *tray* sangat penting untuk memperoleh efisiensi perpindahan gas secara maksimum. Media kasar seperti arang, batu atau bola keramik yang ukurannya berkisar antara 2-6 inch (5-15 cm) sangat penting untuk digunakan, karena dapat meningkatkan efisiensi pertukaran gas, sebagai efek katalisa 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 tertentu yang ingin dihilangkan.

Secara garis besar, desain dan karakteristik operasional aerator dapat digolongkan menjadi beberapa macam sebagai berikut pada Tabel 2.6 (Qasim dkk, 2000):

Tabel 2.6 Desain dan Karakteristik Operasional Aerasi

Aerator	Penyisihan	Spesifikasi
<i>Aerator Gravitasi Cascade</i>	20-45% CO ₂	Tinggi: 1-3 m Luas: 85-105 m ² /m ² .det Kecepatan aliran: 0,3 m/det
<i>Packing Tower</i>	>95% VOC 90% CO ₂	Diameter kolom maks: 3 m Beban hidrolis: 2000 m ³ /m ² .hari
<i>Tray</i>	>90% CO ₂	Kecepatan: 0,8-1,5 m ³ /m ² .menit Kebutuhan udara: 7,5 m ³ /m ³ Jarak rak (<i>tray</i>): 30-75 cm Luas: 50-160 m ² /m ³ .det
<i>Spray Aerator</i>	79-90% CO ₂ 25-40% H ₂ S	Tinggi: 1,2-9 m Diameter nozzle: 2,5-4 cm Jarak nozzle: 0,6-3,6 m Debit nozzle: 5-10 L/det
<i>Aerator Berdifusi</i>	80% VOC _s	Luas bak: 105-320 m ² /m ³ .det Tekanan semprotan: 70 kPa Waktu detensi: 10-30 menit Udara: 0,7-1,1 m ³ /m ² air Kedalaman: 2,7-4,5 Lebar: 3-9 m Lebar/kedalaman <2 Volume maksimum: 150 m ³ Diameter lubang diffuser: 2-5mm
<i>Aerator mekanik</i>	70-90% CO ₂ 25-40% H ₂ S	Waktu detensi: 10-30 menit Kedalaman tangki: 2-4 m

(Sumber: Qasim dkk, 2000)

2.2.4 Koagulasi – Flokulasi

Koagulasi – flokulasi bertujuan untuk menyatukan partikel koloid sehingga membentuk partikel ukuran lebih besar yang selanjutnya dapat dipisahkan dengan cara yang lebih efisien melalui sedimentasi, flotasi, atau penyaringan dengan menambahkan bahan koagulan (Dalimunthe, 2007; Shammas & Wang, 2016).

Koagulan atau flokulan dibubuhkan ke dalam air yang dikoagulasi dengan tujuan untuk memperbaiki pembentukan flok dan untuk mencapai sifat spesifik flok yang diinginkan. Koagulan adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk men-destabilisasi muatan negatif partikel (Pulungan, 2012).

Pada Tabel 2.7 berikut data koagulan yang umum digunakan pada proses pengolahan air.

Tabel 2.7 Jenis Koagulan Dalam Pengolahan Air

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi Dengan Air	pH Optimum
<i>Aluminium Sulfat</i>	$Al_2(SO_4)_3 \cdot x H_2O$ X = 14, 16, 18	Bongkah, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
<i>Sodium Aluminat</i>	$Na_2Al_2O_4$	Bubuk	Basa	6,0 – 7,8
<i>Poly Aluminium Chloride (PAC)</i>	$Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$	Cairan, Bubuk	Asam	6,0 – 7,8
<i>Ferri Sulfat</i>	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	Kristal halus	Asam	4 – 9
<i>Ferri Klorida</i>	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Bongkah, cairan	Asam	4 – 9
<i>Ferro Sulfat</i>	$FeSO_4 \cdot 7 H_2O$	Kristal halus	Asam	>8,5

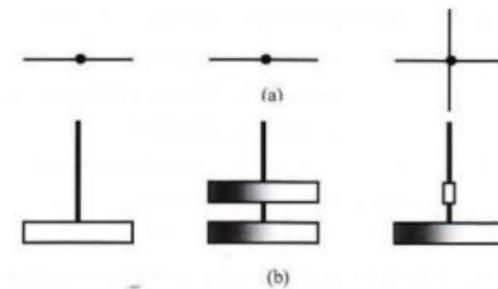
(Sumber: Sugiarto, 2006)

Penambahan dosis koagulan yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan kekeruhan yang lebih rendah. Dosis koagulan yang dibutuhkan untuk pengolahan air tidak dapat diperkirakan berdasarkan kekeruhan, tetapi harus ditentukan melalui percobaan pengolahan. Tidak setiap kekeruhan yang tinggi dominan disebabkan oleh lumpur halus atau lumpur kasar maka kebutuhan akan koagulan hanya sedikit, sedangkan kekeruhan air yang dominan disebabkan oleh koloid akan membutuhkan koagulan yang banyak. Berikut merupakan faktor yang dapat mempengaruhi koagulan yaitu:

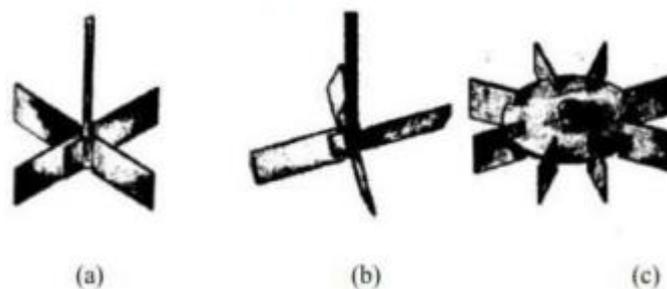
1. Pengaruh pH. Koagulan memiliki *range* pH optimum. Luasnya *range* pH koagulan ini dipengaruhi oleh jenis-jenis konsentrasi koagulan yang dipakai. Hal ini penting untuk menghindari adanya kelarutan koagulan. Proses koagulan pH yang terbaik adalah 7 (netral).
2. Pengaruh temperatur. Temperatur rendah akan terjadi reaksi yang lambat dan viskositas air menjadi lebih besar sehingga flok lebih sukar mengendap.
3. Dosis koagulan
4. 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, sehingga mikroflok yang terbentuk hanya sedikit, akibatnya kekeruhan akan naik. Dosis koagulan yang berlebihan juga akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat.
5. Pengadukan (*mixing*). Pengadukan diperlukan agar tumbukan antara partikel untuk netralisasi menjadi sempurna. Pada proses koagulasi ini pengadukan dilakukan dengan cepat. Air yang memiliki kekeruhan rendah memerlukan pengadukan yang lebih banyak dibandingkan dengan air yang mempunyai kekeruhan tinggi.
6. 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).

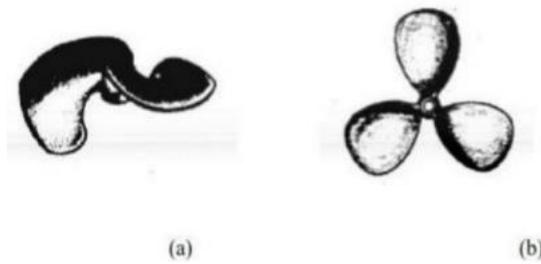
Koagulasi atau pengadukan cepat dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu: pengadukan mekanis, hidrolis, dan pneumatis. Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, proses pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle* (pedal), *turbine*, dan *propeller* (baling-baling). Bentuk ketiga *impeller* dapat dilihat pada Gambar 2.13, Gambar 2.14, dan Gambar 2.15. Kriteria *impeller* dapat dilihat pada Tabel 2.8. Faktor penting dalam perancangan alat pengaduk mekanis adalah dua parameter pengadukan yaitu G dan td . Tabel 2.9 dapat dijadikan acuan untuk menentukan G dan td . Sedangkan untuk menghitung besarnya tenaga (*power*) yang dibutuhkan, perlu memperlihatkan jenis *impeller* yang digunakan dan nilai konstanta K_L dan K_T yang dapat dilihat pada Tabel 2.10.



Gambar 2.13 Tipe *Paddle*: (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping
(Sumber: Masduqi & Assmomadi, 2012 Hal.112)



Gambar 2.14 Tipe *Impeller*: (a) *Paddle*; (b) *Propeller*; (c) Turbin
(Sumber: Qasim dkk, 2000)



Gambar 2.15 Tipe *Propeller*: (a) 2 blade; (b) 3 blade
(Sumber: Qasim dkk, 2000)

Tabel 2.8 Kriteria *Impeller*

Tipe <i>Impeller</i>	Kecepatan Putaran	Dimensi	Keterangan
<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 & Richards, 1996 Hal.185)

Tabel 2.9 Nilai Waktu Pengadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan

Waktu Pengadukan, td (detik)	Gradien Kecepatan (detik⁻¹)
20	1000
30	900
40	790
50 ≥	700

(Sumber: Reynolds & Richards, 1996 Hal.184)

Tabel 2.10 Konstanta K_L dan K_T untuk Tangki Berserat

Jenis <i>Impeller</i>	K_L	K_T
<i>Propeller, putch of 1, 3 blades</i>	41	0,32

Jenis Impeller	K_L	K_T
<i>Propeller, patch of 2, 3 blades</i>	43,5	1
<i>Turbine, 4 flat blades, vaned disc</i>	60	5,31
<i>Turbine, 6 flat blades, vaned disc</i>	65	5,75
<i>Turbine, 6 curved blades</i>	70	4,8
<i>Fan turbine, 6 blades at 45°</i>	70	1,65
<i>Shrouded turbine, 6 curved blades</i>	97,5	1,08
<i>Shrouded turbin, with stator, No. baffles</i>	172,5	1,12
<i>Flat paddles, 2 blades (single paddles), D₁/W₁ = 4</i>	43	2,25
<i>Flat paddles, 2 blades, D₁/W₁ = 6</i>	36,5	1,7
<i>Flat paddles, 2 blades, D₁/W₁ = 8</i>	33	1,15
<i>Flat paddles, 4 blades, D₁/W₁ = 6</i>	49	2,75
<i>Flat paddles, 6 blades, D₁/W₁ = 8</i>	71	3,82

(Sumber: Reynolds & Richards, 1996 Hal.188)

Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok menjadi flok yang berukuran 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
3. Kontak selama pengendapan (Marsono, 2009)

Pengadukan lambat (agitasi dan *stirring*) digunakan dalam proses flokulasi, untuk memberi kesempatan kepada partikel flok yang sudah terakogulasi untuk bergabung membentuk flok yang ukurannya semakin membesar. Selain itu, untuk memudahkan flokulan untuk mengikat flok-flok kecil dan mencegah pecahnya flok yang sudah terbentuk (Nugroho, 2009).

Pengadukan lambat dilakukan dengan gradien kecepatan kecil (20 sampai 100 detik⁻¹) selama 10 hingga 60 menit atau nilai GTd (bilangan Champ) berkisar 48.000 hingga 210.000. Gradien kecepatan diturunkan secara bertahap agar fok yang telah terbentuk tidak pecah dan berkesempatan bergabung dengan

yang lain membentuk gumpalan yang lebih besar. Nilai G dan waktu detensi untuk proses flokulasi adalah:

1. Air Sungai
 - Waktu detensi = minimal 20 menit
 - G = 10 – 50 detik⁻¹
2. Air waduk
 - Waktu detensi = minimal 30 detik
 - G = 10 – 75 detik⁻¹
3. Air keruh
 - Waktu detensi dan G lebih rendah
4. Jika menggunakan garam besi sebagai koagulan
 - G tidak lebih dari 50 detik⁻¹
5. Flokulator terdiri dari 3 kompartemen
 - G kompartemen 1 : nilai terbesar
 - G kompartemen 2 : 40% dari G kompartemen 1
 - G kompartemen 3 : nilai terkecil
6. Penurunan kesadahan
 - Waktu detensi = minimal 30 menit
 - G = 10 – 50 detik⁻¹
7. Presipitasi kimia (penurunan fosfat, logam berat, dan lain-lain)
 - Waktu detensi = 15 – 30 menit
 - G = 20 -75 detik⁻¹
 - GTd = 10.000 – 100.000 (Masduqi & Assomadi, 2012)

Berikut merupakan rumus perhitungan unit koagulasi – flokulasi (Masduqi & Assomadi, 2012):

1. Kebutuhan koagulan

$$\text{Koagulan} = \text{Dosis} \times Q \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

Koagulan = Kebutuhan koagulan (kg/hari)

Dosis = Dosis koagulan (mg/L)

Q = Debit limbah (m³/s)

2. Kadar kebutuhan koagulan

$$\text{Kadar koagulan} = C \text{ Koagulan} \times \text{Koagulan} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

Kadar kebutuhan koagulan = kadar koagulan yang dibutuhkan (kg/hari)

C koagulan = kadar koagulan (%)

Koagulan = kebutuhan koagulan (kg/hari) m³/s))

3. Volume Koagulan

$$V \text{ Koagulan} = \frac{\text{kadar kebutuhan koagulan}}{\rho \text{ koagulan}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

V koagulan = Volume koagulan yang dibutuhkan (L/hari)

Kadar Kebutuhan koagulan = kadar koagulan yang dibutuhkan (kg/hari)

ρ koagulan = Densitas koagulan (kg/L)

2.2.5 Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut. Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan air minum. Aplikasi utama dari sedimentasi pada instalasi pengolahan air minum adalah (Saputri, 2011):

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

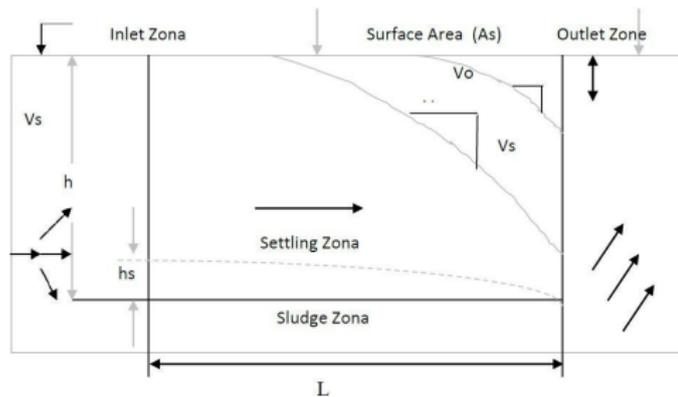
Pengendapan yang terjadi pada bak sedimentasi dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dan kemampuan dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Keempat kelas itu adalah (Tauhid dkk, 2018):

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

Pada setiap bangunan sedimentasi terdapat empat zona (Al-Layla, 1980):

1. Zona *Inlet*
2. Zona *Outlet*
3. Zona *Settling*
4. Zona *Sludge*

Adapun zona-zona tersebut dapat digambarkan pada Gambar 2.16 seperti dibawah ini:



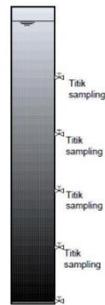
Gambar 2.16 Zona Pada Bak Sedimentasi
(Sumber: Al Layla, 1980)

Dimana pada setiap zona terjadi proses-proses sebagai berikut (Al-Layla, 1980):

1. Zona *Inlet* : terjadi distribusi aliran yang menuju zona *settling* ($\pm 25\%$ panjang bak)
2. Zona *Settling* : terjadi proses pengendapan yang sesungguhnya
3. Zona *Sludge* : sebagai ruang lumpur, dimana konfigurasi dan kedalamannya tergantung pada metode pengurusan dan jumlah endapan lumpur. Untuk partikel 75% mengendap pada 1/5 volume bak
4. Zona *Outlet* : menghasilkan air yang jernih tanpa suspensi yang ikut terbawa.

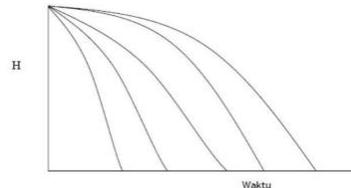
Kecepatan pengendapan partikel tidak bisa ditentukan dengan persamaan *Stoke's* karena ukuran dan kecepatan pengendapan tidak tetap. Besarnya partikel yang mengendap di uji dengan *column setting test* dengan *multiple withdraw ports*. Dengan menggunakan kolom pengendapan tersebut, sampling dilakukan pada setiap port pada interval waktu tertentu, dan data removal partikel diplot pada grafik (Tauhid, 2018).

Kolom test sedimentasi tipe II dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Kolom Test Sedimentasi Tipe II
(Sumber: Buku Panduan Praktikum, 2021)

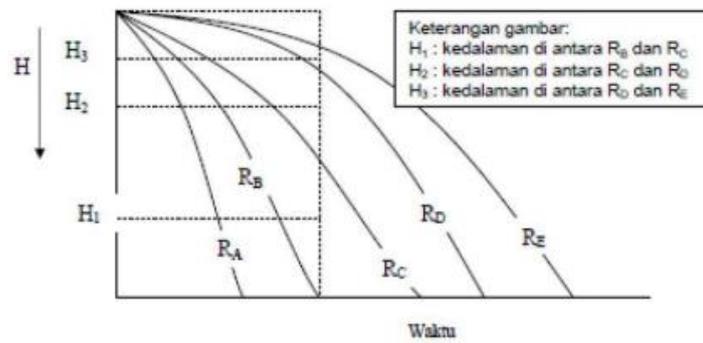
Contoh grafik isoremoval dapat dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Grafik *Isoremoval*

(Sumber: Buku Panduan Praktikum, 2021)

Grafik *isoremoval* dapat digunakan untuk mencari besarnya penyisihan total pada waktu tertentu. Titik garis vertikal dari waktu yang ditentukan tersebut. Dapat menentukan kedalaman H_1 , H_2 , H_3 . Penentuan kedalaman H dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Penentuan Kedalaman H dan Seterusnya
(Sumber: Buku Panduan Praktikum, 2021)

Besarnya penyisihan total pada waktu tertentu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan seperti berikut (Buku Panduan Praktikum, 2021):

$$R_T = R_B + \frac{H_1}{H} (R_C - R_B) + \frac{H_2}{H} (R_D - R_C) + \frac{H_3}{H} (R_E - R_D)$$

Grafik *isoremoval* juga dapat digunakan untuk menentukan lamanya waktu pengendapan dan *surface loading* atau *overflow rate* bila diinginkan efisiensi pengendapan tertentu. Langkah yang dilakukan adalah (Buku Panduan Praktikum, 2021):

1. Menghitung penyisihan total pada waktu tertentu, minimal sebanyak tiga variasi waktu (mengulangi langkah di atas minimal dua kali)
2. Membuat grafik hubungan persen penyisihan total (sebagai sumbu y) dengan waktu pengendapan (sebagai sumbu x)
3. Membuat grafik hubungan persen penyisihan total (sebagai sumbu y) dengan *overflow rate* (sebagai sumbu x)

Kedua grafik ini digunakan untuk menentukan waktu pengendapan atau waktu detensi (t_d) dan *overflow rate* (V_o) yang menghasilkan efisiensi pengendapan tertentu. Hasil yang diperoleh dari kedua grafik ini adalah nilai berdasarkan eksperimen di laboratorium (secara *batch*). Nilai ini dapat digunakan dalam mendesain bak pengendap (aliran kontinyu) setelah dilakukan penyesuaian, yaitu dikalikan dengan faktor *scale up*. Untuk waktu detensi, faktor *scale up* yang digunakan pada umumnya adalah 1,75 dan untuk *overflow rate*, faktor *scale up* yang digunakan pada umumnya adalah 0,65 (Reynold dan Richards, 1996). Terdapat dua jenis bak sedimentasi yang biasa digunakan (Firdaus, 2015):

a. *Horizontal – Flow Sedimentation*

Desain yang baik pada bangunan ini dapat mengurangi lebih dari 95% dari kekeruhan air. Bentuknya yang persegi panjang tanpa menggunakan alat pengambil lumpur mekanik mempunyai beberapa keuntungan misalnya, mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan kondisi air seperti perubahan kekeruhan, laju aliran yang meningkat ataupun debit air yang meningkat secara tiba-tiba. Sedangkan pada bentuk yang circular biasanya menggunakan pengambil lumpur mekanik.

Cara kerja bak sedimentasi bentuk rectangular (persegi panjang) yaitu, air yang mengandung flok masuk ke zona inlet kemudian masuk ke zona *settling* melalui *baffle*/sekat agar alirannya menjadi laminer. Di zona *settling* partikel mengendap, endapannya masuk ke zona lumpur, sedangkan supernatant (airnya) keluar melalui zona *outlet*.

Beberapa keuntungan *horizontal-flow* dibandingkan dengan *up flow* adalah (Sadaruddin, 2020):

- 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 (Sadaruddin, 2020).

2.2.6 Filtrasi

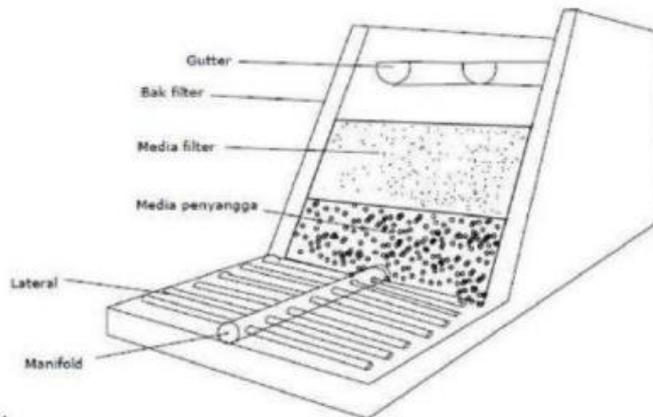
Menurut Al-Layla (1980), partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air tidak bisa mengendap secara sempurna hanya dengan menggunakan proses sedimentasi. Untuk lebih menyempurnakan proses penyisihan partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air, dapat dilakukan dengan menggunakan proses filtrasi. Proses filtrasi merupakan proses dimana air dilewatkan pada pasir dan kombinasi 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, 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 (Al-Layla, 1980)

Beberapa faktor yang berkontribusi di dalam proses removal filter adalah sebagai berikut (Al-Layla, 1980):

- a. Proses penyaringan yang terjadi di setiap lapisan permukaan filter
- b. Proses sedimentasi di dalam filter
- c. Kontak antara partikel flok dengan lapisan kerikil atau dengan flok yang sudah terkumpul di atas lapisan filter
- d. Proses adsorpsi atau proses elektrokinetik
- e. Proses koagulasi di dalam filter
- f. Proses biologis di dalam filter
- g. 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 (Reynolds & Richards, 1996). Pada Gambar 2.20 dapat dilihat bagian-bagian filter.



Gambar 2.20 Bagian-bagian Filter
(Sumber: Reynolds & 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-lain. Sedangkan jenis filter berdasar sistem operasi dan media antara lain: single media, dual media, dan multi media. Filter single media adalah filter cepat tradisional yang menggunakan media pasir kwarsa. Penyaringan suspensoid solid terjadi pada lapisan paling atas sehingga dianggap kurang efektif karena sering dilakukan pencucian. Filter dual media menggunakan media pasir kwarsa di lapisan bawah dan antrasit di lapisan atas. Hal ini memberikan keuntungan yakni kecepatan filtrasi lebih tinggi (10-15 m/jam), periode pencucian lebih lama, dan hemat biaya. Multi media filter biasanya terdiri dari media antrasit, pasir, dan garnet atau dolomit. Media ini sering digunakan karena memiliki perbedaan densitas yang berbeda dengan antrasit sebagai media filtrasi yang paling ringan per satuan volume, kemudian diikuti oleh pasir dan granet. Fungsi multi media filter yakni untuk memaksimalkan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring (Reynolds & Richards, 1996).

Menurut Al-Layla (1980), 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 filtrasinya berkisar antara 4-5 m³/m².hr (namun terkadang laju filtrasinya dapat lebih dari 6 m³/m².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 head loss filter saat itu.

Keuntungan menggunakan *rapid sand filters* adalah area yang digunakan tidak begitu luas, pasir yang dibutuhkan lebih sedikit, kurang sensitif terhadap perubahan kualitas air baku, dan waktu yang dibutuhkan relatif cepat jika dibandingkan dengan *slow sand filters*. Sedangkan kekurangan dari *rapid sand filters* adalah tidak dapat mengurangi kadar bakteri di dalam air, membutuhkan biaya yang mahal, membutuhkan keahlian khusus dan menghasilkan lumpur yang banyak (Al-Layla, 1980).

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 P10 (persentil 10). P10 yang dapat dihitung dari rasio ukuran rata-rata dan standar deviasinya (Reynolds & Richards, 1996).

Uniform 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 (Masduqi & Assomadi, 2012):

- Single media pasir: UC = 1,2 – 1,7 mm
ES = 0,45 – 0,7 mm
- Dual media : UC = 1,4 – 1,9 mm
ES = 0,5 – 0,7 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 antara 5 – 10 NTU maka efisiensi penurunan kekeruhannya dapat mencapai 90% - 98% (Masduqi & Assomadi, 2012). Kriteria desain pasir cepat dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 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: <ul style="list-style-type: none"> • Sistem pencucian • Kecepatan (m/jam) • Lama pencucian (menit) • Periode antara dua pencucian (jam) • Ekspansi (%) 	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		
	a. Lapisan penyangga dari atas ke bawah <ul style="list-style-type: none"> • Kedalaman (mm) 	80 – 100 2 – 5 80 – 100 5 – 10	80 – 100 2 – 5 80 – 100 5 – 10

No	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan
	Ukuran butir (mm)	80 – 100	80 – 100
	• Kedalaman (mm)	10 – 15	10 – 15
	• Kedalaman (mm)	80 – 150	80 – 150
	Ukuran butir (mm)	15 – 30	15 – 30
	• Kedalaman (mm)	<0,5	<0,5
	Ukuran butir (mm)	>4%	>4%
	• Kedalaman (mm)		
	Ukuran butir (mm)		
	b. Filter nozel		
	• Lebar slot nozel (mm)		
	• Presentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)		

(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, protoza, 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 protoza (Masudi & Assomadi, 2012). Kriteria perencanaan filter pasir lambat dapat dilihat pada Tabel 2.12

Tabel 2.12 Kriteria Filter Pasir Lambat

Kriteria	Nilai/Keterangan
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 kekurangan 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 lambar), 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 (Masudi & Assomadi, 2012).

Filter bertekanan terdiri atas tangki tertutup, media filter, media penyangga, dan sistem underdrain. Kriteria filter bertekanan terdapat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13 Kriteria Filter Bertekanan

No.	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	12 – 33
2	Pencucian <ul style="list-style-type: none"> • Sistem pencuciaan • Kecepatan (m/jam) • Lama pencucian (menit) • Periode antara dua pencucian (jam) • Ekspansi (%) 	Tanpa/dengan blower & atau surface wash 72 – 198 - - 30 – 50
3	Media pasir <ul style="list-style-type: none"> • Tebal (mm) • Single media • Ganda media • Ukuran efektif, ES (mm) • Koefisien keseragaman, UC 	300 – 700 600 – 700 300 – 600 - 1,2 – 1,4

No.	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)
	<ul style="list-style-type: none"> • Berat Jenis (kg/L) • Porositas • Kadar SiO₂ 	<p>2,5 – 2,65</p> <p>0,4</p> <p>>95%</p>
4	Media antrasit:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Tebal (mm) • Ukuran efektif, ES (mm) • Koefisien keseragaman, UC • Berat jenis (kg/L) • Porositas 	<p>400 – 500</p> <p>1,2 – 1,8</p> <p>1,5</p> <p>1,35</p> <p>0,5</p>
5	Dasr filer nozel:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Lebar slot nozal (mm) • Presentase luas slot nozal terhadap luas filter (%) 	<p><0,5</p> <p>>4%</p>

(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 (Droste, 1997):

- Penurunan kapasitas produksi
- Peningkatan kehilangan energi (*headloss*) yang diikuti oleh kenaikan muka air di atas media filter
- Penurunan kualitas produksi

Tujuan pencucian filter adalah melepaskan kotoran yang menempel pada media filter dengan aliran ke atas (*upflow*) hingga media tereskpansi. Umumnya tinggi sebesar 15 – 35%. Lama pencucian sekitar 3 – 15 menit. Ada beberapa sistem pencucian filter yaitu menggunakan menara air dan interfilte (Droste, 1997).

2.2.7 Desinfeksi

Salah satu persyaratan kualitas air minum adalah persyaratan mikrobiologis, yaitu air harus bebas dari mikroorganisme patogen. Disinfeksi merupakan proses membebaskan air minum dari mikroorganisme patogen. Metode disinfeksi secara umum ada dua, yaitu cara fisik dan cara kimiawi. Disinfeksi secara fisik adalah perlakuan fisik terhadap mikroorganisme, yaitu panas dan cahaya yang mengakibatkan matinya mikroorganisme. Sedangkan metode disinfeksi secara kimiawi adalah memberikan bahan kimia ke dalam air sehingga terjadi kontak antara bahan tersebut dengan mikroorganisme yang berakibat matinya mikroorganisme tersebut (Said, 2007).

Desinfeksi secara kimia menggunakan larutan kaporit, gas klor dan gas ozon. Sedangkan disinfeksi secara fisik menggunakan gelombang mikro dan sinar ultraviolet. Untuk membunuh mikroorganisme bersifat patogen terkandung dalam air, desinfektan/bahan disinfeksi yang digunakan adalah kaporit, bromin klorida, gas klor, gas iod, ozon dan kalium permanganat. Kemampuan disinfeksi dalam pengolahan air minum adalah untuk sebagai berikut (Said, 2007):

1. Menghilangkan bau
2. Mematikan alga
3. Mengoksidasi nitri menjadi nitrat
4. Mengoksidasi amonia menjadi senyawa amin
5. Mengoksidasi fenol menjadi fenol yang tidak berbahaya

Berikut adalah macam-macam faktor yang mempengaruhi efisiensi disinfeksi adalah (Said, 2007):

1. Waktu kontak
2. Konsentrasi disinfeksi
3. Jumlah mikroorganisme
4. Temperatur air
5. pH
6. Keberadaan senyawa lain dalam air

Berikut adalah berbagai macam disinfeksi dengan metode yang berbeda-beda beserta penjelasannya (Said, 2007):

1. Disinfeksi dengan Ozon

Ozon adalah zat pengoksidasi kuat sehingga dapat melakukan perusakan bakteri antara 600 – 3000 lebih kuat dari klorin. Penggunaannya tidak dipengaruhi oleh pH air, sedangkan klorin sangat bergantung pada pH air. Mekanisme produksi ozon adalah eksitasi dan percepatan elektron yang tidak beraturan dalam medan listrik tinggi. O₂ berarus bolak-balik melewati media arus listrik yang tinggi akan menghasilkan lompatan elektron yang bergerak pada elektroda satu dan yang lain. Jika elektroda mencapai kecepatan cukup, maka akan menyebabkan molekul oksigen splitting ke bentuk atom oksigen radikal bebas. Atom-atom ini akan bergabung membentuk O₃ (ozon) (Said, 2007).

2. Desinfeksi dengan UV

Desinfeksi dengan UV dapat terjadi dengan interaksi langsung menggunakan sinar UV dan tidak langsung menggunakan zat pengoksidasi. Biasanya sinar UV yang digunakan mampu mematikan semua mikroorganisme. Daerah yang berperan dalam efek garmicial adalah UV-AC, dengan panjang gelombang 280-220 nm (Said, 2007).

3. Desinfeksi dengan Pembubuhan Kimia

Metode ini menggunakan bahan kimia yang dicampurkan dalam air kemudian diberikan waktu yang cukup agar memberi kesempatan kepada zat untuk berkontak dengan bakteri. Desinfeksi air minum yang sering dilakukan yaitu dengan memanfaatkan klorin. Reaksi yang terjadi pada pembubuhan klorin yaitu: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{Cl}^- + \text{H}^+$ $\text{HOCl} \rightleftharpoons \text{OCl}^- + \text{H}^+$ (Said, 2007).

4. Desinfeksi dengan gas klor

Metode ini bertujuan untuk mengoksidasi logam-logam, membunuh mikroorganisme seperti plankton dan juga membunuh spora dari lumut, jamur, dan alga. Konsentrasi yang diberikan adalah 2-3 gr/m³ air, tergantung pada turbiditas air (Aji, 2015). Klorin digunakan karena memiliki kecepatan oksidasi lebih besar dari aerasi, dan mampu mengoksidasi besi yang berikatan dengan zat organik. pH yang baik pada 8-

8,3 oksidasi besi membutuhkan waktu 15-30 menit. Pada umumnya proses standar penurunan Fe dan Mn menggunakan koagulasi dengan alum, flokulasi, pengendapan, dan filtrasi dengan didahului proses preklorinasi. Dosis sisa klor yang dianjurkan 0,2-0,5 mg/l (Fatimah, et al., 2007). Perlu dilakukan percobaan Daya Pengikat Chlor (DPC) untuk mengetahui dosis senyawa chlor (Cl_2) yang dibutuhkan oleh air untuk proses desinfeksi (membunuh bakteri). Daya Pengikat Chlor ditentukan cara selisih antara chlor yang dibubuhkan dengan sisa chlor setelah kontak setelah kontak selama 30 menit (Sawyer et al., 1978).

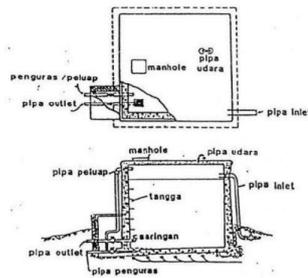
2.2.8 Reservoir

Reservoir adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Umumnya reservoir ini diperlukan pada suatu system penyediaan air bersih yang melayani suatu kota. Reservoir mempunyai fungsi dan peranan tertentu yang diperlukan agar sistem penyediaan air bersih tersebut dapat berjalan dengan baik. Fungsi utama dari reservoir adalah untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit pemakaian air. Seringkali untuk waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat selalu sama besarnya dengan debit pemakaian air. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air, maka kelebihan air tersebut untuk sementara disimpan dalam reservoir, dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air (Said, 2007).

Berdasarkan tinggi relative reservoir terhadap permukaan tanah sekitarnya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi dua, yaitu (Said, 2007):

1. Reservoir Permukaan (Ground Reservoir)

Reservoir permukaan adalah reservoir yang sebagian besar atau seluruh bagian reservoir tersebut terletak dibawah permukaan tanah. Gambar reservoir permukaan dapat dilihat pada gambar 2.21 sebagai berikut:



Gambar 2.21 Reservoir Permukaan
(Sumber : Said, 2007)

2. Reservoir Menara (Elevated Reservoir)

Reservoir menara adalah reservoir yang seluruh bagian penampungannya terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya. Gambar reservoir menara dapat dilihat pada gambar 2.22 sebagai berikut:



Gambar 2.22 Reservoir Menara
(Sumber: Said, 2007)

Sedangkan berdasarkan bahan konstruksinya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi empat, yaitu (Said, 2007)

1. Reservoir Tanki Baja

Reservoir menara dan “standpipe” atau Reservoir tanah yang dikonstruksi dari bahan baja yang dibaut atau dilas. Karena baja beresiko terhadap karat dan mudah menyerap panas, maka perlu dicat dan dilindungi dengan “Cathodic Protection”. Biasanya tangki baja jauh lebih murah dari tangki beton. Gambar reservoir tangki baja dapat dilihat pada gambar 2.23 sebagai berikut:



Gambar 2.23 Reservoir Tangki Baja
(Sumber: Said, 2007)

2. Reservoir Beton Cor

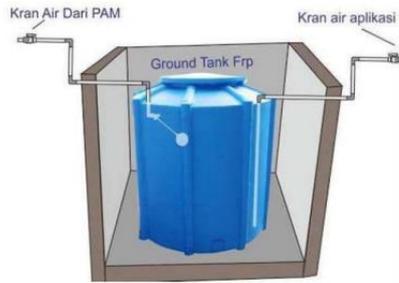
Tanki dan Reservoir beton pertama kali dibuat tanpa penutup. Perkembangan selanjutnya konstruksi ini memakai penutup dari kayu atau beton. Dengan tutup ini maka masalah sanitasi akan terselesaikan. Kelebihan dari menggunakan beton cor adalah kedap air dan tidak mudah bocor. Kelemahan umum dari bahan beton adalah biaya konstruksi yang relatif lebih tinggi. Gambar reservoir beton cor dapat dilihat pada gambar 2.24 sebagai berikut:



Gambar 2.24 Reservoir Beton Cor
(Sumber: Said, 2007)

3. Reservoir Fiberglass

Penggunaan fiberglass sebagai bahan untuk membuat reservoir memiliki beberapa kelebihan seperti ringan, tekstur dinding tanki kaku dan terlihat kuat. Namun dari kelebihan yang dimiliki, adapun kekurangan yang dimiliki yaitu rentan terhadap benturan dan dinding tanki mudah retak, tidak tahan terhadap UV dan oksidasi bila terjemur sinar matahari. Gambar reservoir fiberglass dapat dilihat pada gambar 2.25 sebagai berikut:



Gambar 2.25 Reservoar Fiberglass
(Sumber: Said, 2007)

2.3 Persen Removal

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

Tabel 2.14 Persen Removal Unit Pengolahan

Unit Bangunan	Parameter	Persen Removal	Sumber
Prasedimentasi	Kekeruhan	65% - 80%	Ali Masduqi. 2016. Operasi dan Proses Pengolahan Air. Hal 171
Aerasi	Besi	60% - 90%	Droste. 1997. Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Chapter 9. Hal. 224
Sedimentasi	TSS	80% - 90%	Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering Treatment Reuse 4th edition. Hal. 497
	Kekeruhan	65% - 80%	Ali Masduqi. 2016. Operasi dan Proses Pengolahan Air. Hal 171
	Besi	20% - 100%	Droste. 1997. Theory and Practice of Water and

Unit Bangunan	Parameter	Persen Removal	Sumber
			Wastewater Treatment Chapter 9. Hal. 224
Filtrasi	TSS	90% - 100%	Droste. 1997. Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Chapter 9. Hal. 224
	Kekeruhan	90% - 100%	
Desinfeksi	Total Coliform	90% - 100%	Droste. 1997. Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Chapter 9. Hal. 224

(Sumber: Hasil Analisis, 2022)

2.4 Profil Hidrolis

Profil hidrolis digambarkan untuk mendapatkan tinggi muka air pada masing-masing unit instalasi. Profil ini menunjukkan adanya kehilangan tekanan (head loss) yang terjadi akibat pengaliran pada bangunan. Beda tinggi setiap unit instalasi dapat ditentukan sesuai dengan sistem yang digunakan serta perhitungan kehilangan tekanan baik pada perhitungan yang telah dilakukan pada bab masing-masing bangunan sebelumnya maupun yang langsung dihitung pada bab ini. Profil Hidrolis IPAL adalah merupakan upaya penyajian secara grafis “hydraulic grade line” dalam instalasi pengolahan atau menyatakan elevasi unit pengolahan (influent-effluent) dan perpipaan untuk memastikan aliran air mengalir secara gravitasi, mengetahui kebutuhan pompa, memastikan tidak terjadi banjir atau luapan air akibat aliran balik.

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

menggunakan pompa. Hal yang perlu diperhatikan sebelum membuat profil hidrolis adalah memperhitungkan:

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