

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Baku**

Air merupakan kebutuhan utama dari seluruh proses kehidupan di bumi. Apabila tidak ada air di bumi, maka tidak akan terdapat kehidupan karena setiap makhluk hidup membutuhkan air. Sumber air baku memegang peranan yang penting dalam industri pengolahan air minum. Sumber air baku biasanya diambil beberapa sumber, contohnya dari air hujan, air tanah, air permukaan dan air laut. Sehingga, air baku yang diperuntukkan air minum merupakan air yang berasal dari sumber air yang telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan agar dapat digunakan untuk kegiatan maupun aktivitas manusia, baik telah melalui pemrosesan atau tanpa adanya proses pengolahan terlebih dahulu.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, air berdasarkan kegunaannya dikelompokkan menjadi 4 (empat) kelas, antara lain:

- Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu

air yang sama dengan kegunaan tersebut (Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, 2001).

## **2.2 Karakteristik Air Baku**

Air memiliki karakteristik atau ciri – ciri yang berbeda berdasarkan jenisnya. Dalam menentukan kualitas air, dapat dilihat dari kandungan yang ada dalam air. Adapun parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas air baku yaitu parameter fisik, kimia dan biologi. Berikut merupakan karakteristik air baku:

### **2.2.1 Parameter Fisik**

Air memiliki sifat – sifat fisik yang relatif mudah untuk diukur dan beberapa diantaranya mungkin dapat dinilai dengan cepat oleh orang awam. Yang termasuk kedalam parameter fisik adalah sebagai berikut:

#### **a. Suhu**

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar: Tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/ pipa, yang dapat membahayakan kesehatan. Menghambat reaksi reaksi biokomia di dalam saluran/ pipa. Mikroorganisma patoghen tidak mudah berkembang biak, dan Bila diminum dapat menghilangkan dahaga (Effendi, 2003).

#### **b. Bau**

Air minum yang berbau selain tidak estetik juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberikan petunjuk akan kualitas air. Misalnya, bau amis dapat disebabkan oleh tumbuhan algae (Effendi, 2003).

#### **c. Rasa**

Air minum pada umumnya tidak memberikan rasa/ tawar. Air yang berasa dapat memberikan petunjuk bahwa didalamnya terkandung zat-zat yang dapat membahayakan kesehatan. Rasa logam/ amis, rasa pahit, asin, dan sebagainya. Efek yang diakibatkan pun berbeda-beda tergantung pada penyebab timbulnya rasa tersebut (Effendi, 2003).

#### **d. Kekeruhan**

Kekeruhan merupakan standar yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur kondisi suatu air baku dalam satuan skala NTU (*nephelometric turbidity unit*). Kekeruhan diakibatkan oleh adanya benda yang tercampur didalam air. Oleh karena itu diperlukan penurunan dalam kekeruhan, 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 desinfektan yang diberikan (Joko, 2010).

**e. *Total Suspended Solid (TSS)***

TSS (Total Suspended Solid) merupakan senyawa berbentuk padat yang tersuspensi berada di dalam air. Padatan ini dapat berasal dari mineral-mineral misalnya silt, pasir yang sangat halus, lempung, atau dari zat hasil penguraian jasad makhluk hidup. TSS juga dapat berasal dari mikroorganisme seperti plankton, bakteri, alga, virus, dan lain-lainnya. TSS menyebabkan kekeruhan atau warna dalam air (Said, 2017). TSS adalah bahan tersuspensi yang mengakibatkan kekeruhan air, terdiri dari pasir halus, lumpur, serta jasad-jasad renik yang berasal dari kikisan tanah atau erosi yang terbawa badan air (Effendi, 2003).

**f. *Total Dissolved Solid (TDS)***

TDS merupakan jumlah padatan yang berasal dari materil-material terlarut yang dapat melewati filter yang lebih kecil daripada 2  $\mu\text{m}$ . Kandungan TDS dalam air juga dapat memberi rasa pada air yaitu air menjadi seperti garam, sehingga jika air yang mengandung TDS terminum, maka akan terjadi akumulasi garam di dalam ginjal manusia, sehingga lama-kelamaan akan mempengaruhi fungsi fisiologis ginjal. Perubahan salinitas, perubahan komposisi ion-ion, dan toksisitas masing-masing ion merupakan bahaya dari perubahan dalam konsentrasi TDS. Perubahan yang terjadi dalam salinitas dapat mengganggu keseimbangan biota air, biodiversitas, menimbulkan spesies yang kurang toleran, dan menyebabkan toksisitas yang tinggi pada tahapan hidup suatu organisme (Weber-Scannell & Duffy, 2007).

### 2.2.2 Parameter Kimiawi

Karakter kimia cenderung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan karakteristik fisis oleh karena itu dibutuhkan sebuah penelitian terlebih dulu untuk mengetahui zat-zat yang terkandung didalamnya. Parameter kimiawi yang terdapat didalam air adalah sebagai berikut:

#### a. pH (Derajat Keasaman)

pH (Power of Hydrogen) menunjukkan adanya konsentarsi ion hidrogen dalam air yang dapat menjelaskan derajat keasaman suatu perairan (Effendi, 2003). Rentang pH yang cocok untuk keberadaan kehidupan biologis yang paling sesuai adalah 6-9. Air dengan pH ekstrim sulit diolah secara biologi. Jika pH tidak diolah sebelum dialirkan, maka air akan mengubah pH secara alami. pH dapat diukur dengan alat pH meter dan kertas pH beserta indikator warna pH yang dijadikan patokan (Metcalf & Eddy, 2003).

#### b. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

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

#### c. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

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

BOD, nilai COD yang tinggi dapat terjadi karena adanya zat anorganik yang bereaksi dengan dikromat.

Hubungan antara COD dan BOD mempengaruhi proses pengolahan air limbah. Rasio BOD/COD dari air limbah adalah berkisar dari 0.3 sampai 0.8. Dimana jika rasio  $BOD/COD \geq 0.5$  maka air limbah dapat diolah menggunakan proses biologi. Sedangkan jika rasio  $BOD/COD < 0.3$  maka tidak dapat diolah menggunakan proses biologis karena memungkinkan terdapat banyak senyawa racun yang dapat membunuh bakteri. Berkurangnya bahan organik hasil oksidasi COD secara tidak langsung mengindikasikan jumlah bahan organik yang terkandung dalam perairan (Effendi, 2003).

#### **d. Mangan (Mn)**

Mangan (Mn) merupakan unsur logam yang termasuk golongan VII berbentuk metal berwarna kelabu – kemerahan (Febrina & Ayuna, 2015). Mangan dapat ditemukan secara alami di air tanah dan air permukaan karena pelarutan batuan dan mineral, namun aktivitas manusia seperti pertambangan, peleburan, dan pengolahan logam juga dapat meningkatkan kadar mangan di sumber air. Meskipun mangan dalam kadar rendah dibutuhkan oleh tubuh sebagai unsur esensial dalam berbagai proses biologis, kelebihan mangan dalam air minum dapat menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan serta kualitas fisik air, seperti perubahan warna menjadi kecokelatan atau hitam, serta timbulnya rasa metalik yang tidak diinginkan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2/MENKES/PER/I/2023, kadar maksimum mangan yang diperbolehkan dalam air minum adalah 0,1 mg/L (Kesehatan Lingkungan: Standar Baku Mutu Parameter Wajib Air Minum, 2023). Konsentrasi mangan yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan penumpukan endapan pada pipa dan perangkat rumah tangga, serta dalam jangka panjang dapat memicu gangguan saraf pada manusia. Oleh karena itu, teknologi pengolahan air seperti aerasi, filtrasi, dan penggunaan sistem *reverse osmosis* sering diterapkan untuk menurunkan kadar mangan hingga mencapai standar yang aman bagi konsumsi. Monitoring secara berkala dan penggunaan

metode pengolahan yang tepat sangat penting dalam menjaga kadar mangan dalam air tetap terkendali sesuai dengan standar yang berlaku.

### **2.2.3 Parameter Biologi**

#### **a. Total Coliform atau Fecal Coli**

Sumber air di alam pada umumnya mengandung bakteri. Jumlah dan jenis bakteri berbeda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan koliform tidak termasuk bakteri patogen (Khairunnisa et al., 2012). Koliform termasuk golongan mikroorganisme yang sering digunakan sebagai indikator air. Bakteri ini mampu menentukan apakah suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak (Adrianto, 2018).

Total coliform adalah kelompok bakteri yang termasuk di dalamnya bakteri jenis aerobik dan fakultatif anaerobik, dimana merupakan bakteri gram negative. Sebagian besar bakteri total coliform adalah heterotropik dan dapat bertambah jumlahnya di air dan tanah. Total coliform juga dapat bertahan dan bertambah banyak jumlahnya di sistem distribusi air, terutama jika kondisinya memungkinkan. Keberadaan total coliform dapat berasal 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.

### **2.3 Standar Persyaratan Air Minum**

Sebagai peruntukan air minum, air baku yang diolah harus bersumber dari Sungai kelas I. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, terdapat beberapa parameter kualitas air yang dipenuhi agar sumber air baku bisa diolah menjadi air minum. Apabila sudah memenuhi batas maksimal yang berlaku, baru diperbolehkan untuk mengolah lebih lanjut menjadi air minum.

**Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya**

No.	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1.	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas air
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1000	1000	1000	1000	Tidak berlaku untuk muara
3.	Padatan terlarut tersuspensi (TSS)	mg/L	4	50	100	400	
4.	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alamnya)
5.	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alamnya)
6.	oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	
7.	oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
8.	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal
9.	Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	mg/L	300	300	300	400	
10.	Klorida ( $\text{Cl}^-$ )	mg/L	300	300	300	600	
11.	Nitrat (sebagai N)	mg/L	10	10	20	20	

12.	Nitrit (sebagai N)	mg/L	0,06	0,06	0,06	-	
13.	Amoniak (sebagai N)	mg/L	0,1	0,2	0,5	-	
14.	Total nitrogen	mg/L	15	15	25	-	
15.	Total fosfat (sebagai P)	mg/L	0,2	0,2	1,0	-	
16.	Fluorida (F)	mg/L	1	1,5	1,5	-	
17.	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	0,002	0,002	-	
18.	Sianida (CN)	mg/L	0,02	0,02	0,02	-	
19.	Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,3	-	Bagi air baku air minum tidak dipersyaratkan
20.	Barium (Ba) terlarut	mg/L	1,0	-	-	-	
21.	Boron (B) terlarut	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	
22.	Merkuri (Hg) terlarut	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
23.	Arsen (As) terlarut	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,10	
24.	Selenium (Se) terlarut	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
25.	Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3	-	-	-	
26.	Kadmium (Cd) terlarut	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
27.	Kobalt (Co) terlarut	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
28.	Mangan (Mn) terlarut	mg/L	0,1	-	-	-	
29.	Nikel (Ni) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1	



30.	Seng (Zn) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	
No.	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
31.	Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	
32.	Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5	
33.	Kromium heksavalen (Cr-VII)	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
34.	Minyak dan lemak	mg/L	1	1	1	10	
35.	Deterjen total	mg/L	0,2	0,2	0,2	-	
36.	Fenol	mg/L	0,002	0,005	0,01	0,02	
37.	Aldrin/ Dieldrin	g/L	17	-	-	-	
38.	BHC	g/L	210	210	210	-	
39.	Chlordance	g/L	3	-	-	-	
40.	DDT	g/L	2	2	2	-	
41.	Endrin	g/L	1	4	4	-	
42.	Heptachlor	g/L	18	-	-		
43.	Lindane	g/L	56	-	-		
44.	Methoxy-chlor	g/L	35	-	-		
45.	Toxapan	g/L	5	-	-		
46.	Fecal coliform	MPN/100 mL	100	1000	2000	2000	
47.	Total coliform	MPN/100 mL	1000	5000	10000	10000	
48.	Sampah		Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	
49.	Radioaktivitas						
	Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Gross-B	Bq/L	1	1	1	1	

**Sumber:** ( Lampiran VI PP Nomor 22 Tahun 2021)

Standar kualitas air minum di Indonesia telah diatur pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2/MENKES/PER/I/2023 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum serta Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Dalam proses pengolahan air minum, air baku harus diolah hingga memenuhi persyaratan batas maksimal parameter kualitas air minum sesuai dengan Baku Mutu. Berikut merupakan standar persyaratan kualitas air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2/MENKES/PER/I/2023.

**Tabel 2. 2** Persyaratan Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
Mikrobiologi				
1	Escherichia coli	0	CFU/100 mL	SNI / APHA
2	Total coliform	0	CFU/100 mL	SNI / APHA
Fisik				
3	Suhu	Suhu udara $\pm 3$	$^{\circ}\text{C}$	SNI / APHA
4	Total dissolve solid	<300	mg/L	SNI / APHA
5	kekeruhan	<3	NTU	SNI / yang setara
6	Warna	10	TCU	SNI / APHA
7	Bau	Tidak berbau	-	SNI / APHA
Kimia				
8	pH	6,5 – 8,5	-	SNI / APHA
9	Nitrat sebagai ( $\text{NO}^3$ terlarut)	20	mg/L	SNI / APHA
10	Nitrit sebagai ( $\text{NO}^2$ terlarut)	3	mg/L	SNI / APHA
11	Kromium valensi 6 ( $\text{Cr}^{6+}$ ) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI / APHA
12	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L	SNI / APHA
13	Mangan (Mg) (terlarut)	0,1	mg/L	SNI / APHA
14	Sisa Khlor (terlarut)	0,2 – 0,5 dengan waktu kontak 30 menit	mg/L	SNI / APHA
15	Arsen (As) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI / APHA
16	Kadmium (Cd) (terlarut)	0,003	mg/L	SNI / APHA

17	Timbal (Pb) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI / APHA
18	Fluoride (F) (terlarut)	1,5	mg/L	SNI / APHA
19	Aluminium (Al) (terlarut)	0,2	mg/L	SNI / APHA

**Sumber:** ( Lampiran II Permenkes Nomor 2 Tahun 2023)

## 2.4 Bangunan Pengolahan Air Minum

Dalam bangunan pengolahan air minum, terdapat kelompok Tingkat pengolahan air, antara lain:

1. Pengolahan pendahuluan (*Preliminary Treatment*)
2. Pengolahan pertama (*Primary Treatment*)
3. Pengolahan kedua (*Secondary Treatment*)
4. Pengolahan lumpur (*Sludge Treatment*)

### 2.4.1 Pengolahan Pendahuluan (*Preliminary Treatment*)

Proses *preliminary treatment* merupakan proses yang bertujuan untuk mempermudah proses pengolahan selanjutnya dengan menyaring sampah-sampah terapung yang ikut terbawa air. Misalnya seperti menghilangkan kerikil, lumpur, padatan dan memisahkan lemak. Selain itu, pretreatment juga berfungsi untuk menyalurkan air limbah dari pabrik menuju instalasi pengolahan air limbah. Unit *preliminary treatment* yang digunakan yaitu sebagai berikut:

#### a. Intake (Bangunan Penyadap)

Bangunan ini berfungsi sebagai penyadap air baku, Bangunan ini dilengkapi dengan *Screen*, agar dapat melindungi perpipaan dan pompa dari kerusakan atau penyumbatan – penyumbatan yang diakibatkan oleh adanya material melayang atau mengapung. *Intake* mempunyai beberapa jenis, antara lain yaitu:

- *River Intake*
- *Direct Intake*
- *Canal Intake*
- *Dam Intake (Reservoir Intake)*
- *Spring Intake*

Dalam studi kasus tugas perancangan ini, *intake* yang digunakan adalah *River Intake*, karena air yang digunakan adalah air baku permukaan yang berasal dari sungai.

Cara kerja River Intake:

1. *Screen*: menyisihkan benda-benda besar misalnya ranting, daun dan sebagainya
2. Sumur pengumpul: Untuk menampung air dari badan air melalui pipa *inlet* sesuai dengan debit yang dibutuhkan
3. *Strainer*: Menyaring benda-benda kecil misalnya kerikil, dan biji-bijian
4. *Suction pipe*: mengambil air dari sumur pengumpul setelah memulai *strainer* kemudian diolah.

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, situ, atau sumber air lainnya (Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, 2007). Kapasitas bangunan intake yang digunakan harus disesuaikan dengan kebutuhan air harian maksimum.

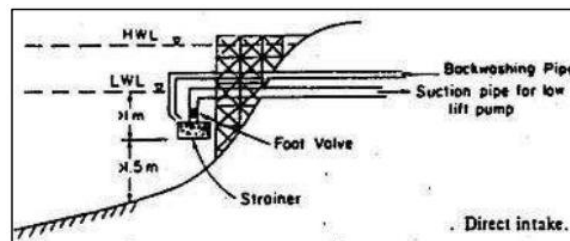
Persyaratan lokasi penempatan bangunan pengambilan (intake):

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 disusahakan dapat menggunakan sistem gravitasi dalam pengoperasiannya;

5. Dimensi bangunan pengambilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian; f. Dimensi *inlet* dan *outlet* dan letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air;
6. Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air baku;
7. Konstruksi bangunan pengambilan direncanakan dengan umur pakai (lifetime) minimal 25 tahun;
8. Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007).

Menurut (Kawamura, 2000), bangunan intake memiliki tipe yang bermacam-macam, antara lain:

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



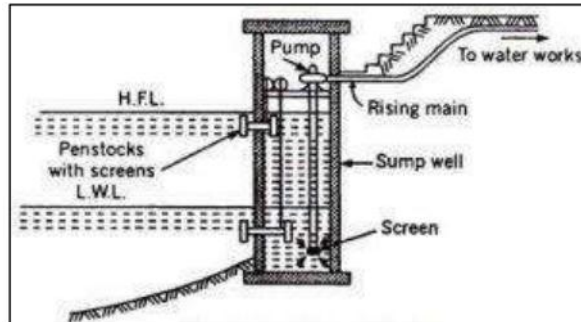
**Gambar 2. 1** *Direct Intake*

**Sumber:** (Kawamura, 2000)

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.

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

- *River Intake*

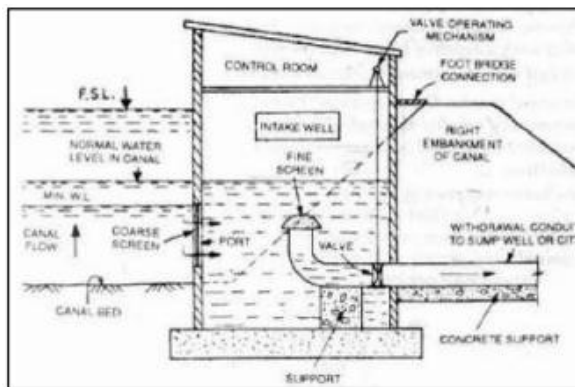


**Gambar 2. 2** *River Intake*

**Sumber:** ([Intake Structure](#) | [Types Of Intake](#) | [Design And Construction Important Factors](#) ([dreamcivil.com](#)))

*River intake* menggunakan pipa penyadap dalam bentuk sumur pengumpul. Intake ini cocok digunakan untuk air sungai yang memiliki perbedaan level muka air pada musim hujan dan musim kemarau yang cukup tinggi. Selain itu *river intake* dinilai lebih ekonomis

- *Canal Intake*

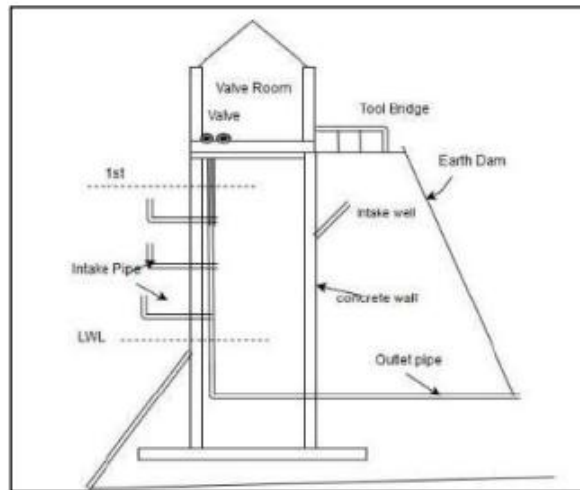


**Gambar 2. 3** *Canal Intake*

**Sumber:** ([Explain various types of intake structures.](#) ([ques10.com](#)))

*Canal intake* digunakan untuk air yang berasal dari kanal. Dinding chamber sebagian terbuka ke arah kanal dan dilengkapi dengan pipa pengolahan selanjutnya.

- *Reservoir Intake*



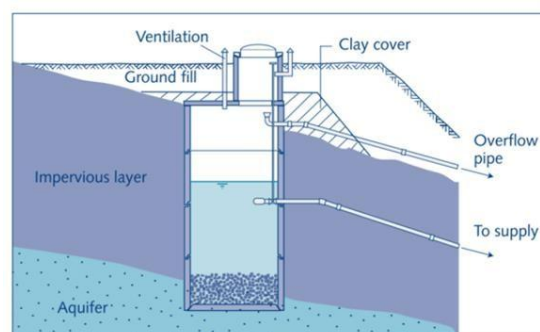
**Gambar 2. 4** *Reservoir Intake*

**Sumber:** ([Explain various types of intake structures. \(ques10.com\)](http://ques10.com))

Digunakan untuk air yang berasal dari dam (bendungan) dan dengan mudah menggunakan menara intake. Menara intake dengan dam dibuat terpisah dan diletakkan di bagian hulu. Untuk mengatasi fluktuasi level muka air, maka *inlet* dengan beberapa level diletakkan pada menara.

- *Spring Intake*

Digunakan untuk air baku dari mata air atau air tanah.

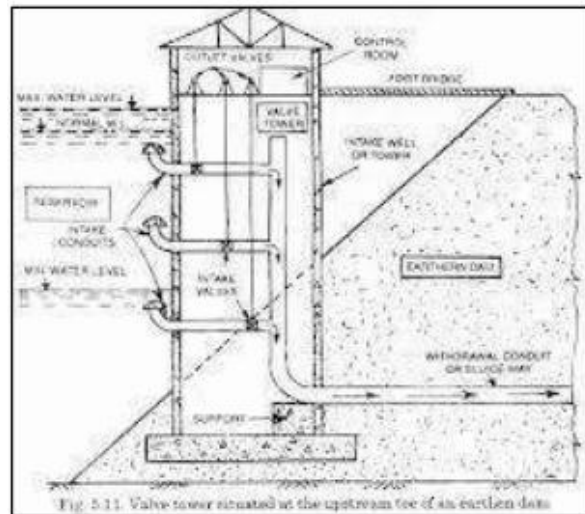


**Gambar 2. 5** *Spring Intake*

**Sumber:** ([Springs | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and watermanagement!](http://Springs | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and watermanagement!))

- *Intake Tower*

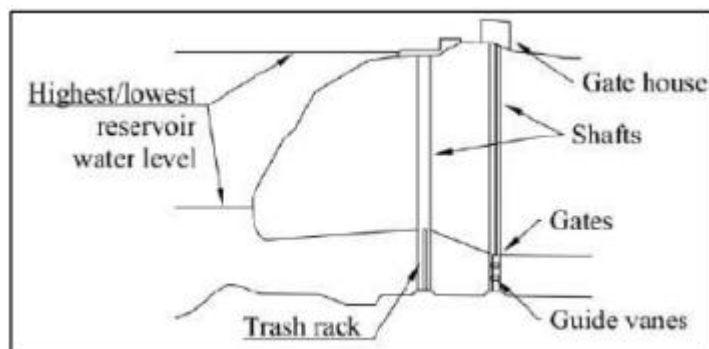
Digunakan untuk air permukaan.



**Gambar 2. 6** *Intake Tower*

**Sumber:** ([gla.ac.in/pdf/intake-for-water-collection.pdf](http://gla.ac.in/pdf/intake-for-water-collection.pdf))

- *Gate Intake*



**Gambar 2. 7** *Gate Intake*

**Sumber:** ([Schematic side-view of the intake gates at Homstøl reservoir. |Download Scientific Diagram \(researchgate.net\)](http://Schematic%20side-view%20of%20the%20intake%20gates%20at%20Homstol%20reservoir.%20Download%20Scientific%20Diagram%20(researchgate.net)))

Gate Intake ditunjukkan pada **Gambar 2.7** Gate Intake berfungsi sebagai *screen* dan sebagai pintu air pada prasedimentasi.

Dalam studi kasus tugas perencaan ini digunakan tipe ***River Intake*** karena ekonomis dan sesuai dengan kondisi air sungai yang memiliki perbedaan level



muka air saat musim hujan dan musim kemarau. Rumus yang digunakan dalam perencanaan *River Intake* adalah sebagai berikut:

- Mencari Debit Setiap *Intake*

$$Q = \frac{Q \text{ Kapasitas Produksi}}{\Sigma \text{ Pipa}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

Q : Debit (m<sup>3</sup>/s)

Σ Pipa : Jumlah Pipa *Intake*

- Mencari Luas Penampang Pipa *Inlet*

$$Q = \frac{Q \text{ Pipa Intake}}{v} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

A : Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

Q : Debit (m<sup>3</sup>/s)

v : Kecepatan (m/s)

- Mencari Diameter Pipa *Inlet*

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

Keterangan:

D : Diameter Pipa (m)

A : Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

- Rumus Umum Kecepatan

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

Keterangan:

Q : Debit (m<sup>3</sup>/s)

A : Luas Penampang (m<sup>2</sup>)

- *Head Losses Mayor* Sepanjang Pipa (*Hf Mayor*)

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

Keterangan:

Hf Mayor : *Headlosses Mayor* (m<sup>3</sup>/s)

Q : Debit (m<sup>3</sup>/s)  
 L : Panjang Pipa (m)  
 C : Koefisien Kekasaran Pipa  
 D : Diameter Pipa (m)

- *Head Losses Minor Sepanjang Pipa (Hf Minor)*

$$H_f \text{ Minor} = \left( \frac{k \times v^2}{2g} \right) \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

Hf Minor : *Headlosses* Minor (m)  
 k : Koefisien Kehilangan Energi  
 v : Kecepatan (m/s)  
 g : Percepatan Gravitasi (0,98 m<sup>2</sup>/s)

- Mencari *Slope Pipa*

$$S \text{ HWL} = \left( \frac{H_f}{L} \right) \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

S : *Slope* Pipa (m/m)  
 Hf : *Headlosses* (m)  
 L : Panjang Pipa (m)

- Mencari Kisi Pada *Bar screen*

$$H_f \text{ Minor} = n \times d \times (n + 1) \times r \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

D : *Lebar screen* (m)  
 n : Jumlah Kisi  
 d : Lebar Batang Kisi (m)  
 r : Jarak Antar Kisi (m)

- Mencari *velocity head* (hv)

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

Keterangan:

$h_v$  : Velocity Head (m)  
 $v$  : Kecepatan (m/s)  
 $g$  : Percepatan Gravitasi ( $0,98 \text{ m}^2/\text{s}$ )

- *Headloss* melalui *screen* ( $H_f \text{ Screen}$ )

$$H_f \text{ screen} = \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} \times h_v \times \sin \alpha \dots\dots\dots (2.10)$$

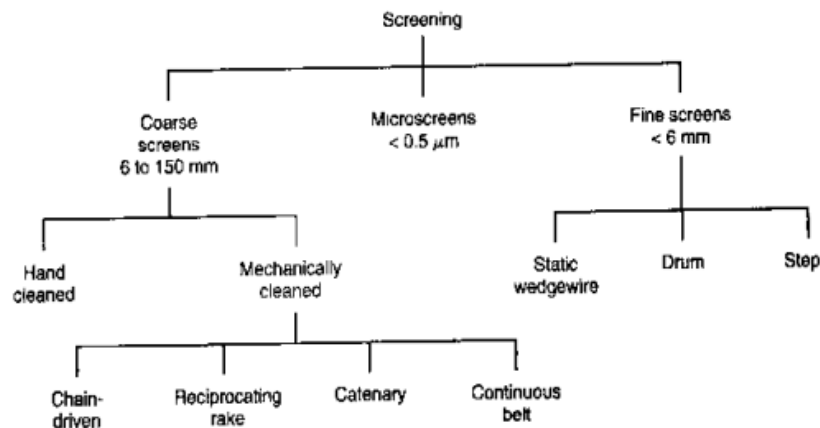
Keterangan:

$\beta$  : Koefisien *Minor Losses* (m)  
 $w$  : Lebar bar (cm)  
 $b$  : Jarak Antar Bar (cm)

#### **b. Bar screen**

*Screening* atau saringan dilakukan pada tahap paling awal dalam proses pengolahan air. Secara umum, proses *screening* dilakukan untuk memisahkan berbagai benda padat yang ada pada air limbah seperti kertas, plastik, kayu, kain, dan benda padat lainnya. Benda-benda tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pemompaan dan unit peralatan pemisah lumpur serta sistem perpiaan jika tidak dipisahkan terlebih dahulu dalam air limbah (Said, 2017). Tujuan dari unit ini adalah untuk menahan sampah/benda-benda padat besar yang terbawa dalam lumpur tinja agar tidak mengganggu dan mengurangi beban pada sistem pengolahan selanjutnya.

*Screening* diklasifikasikan menjadi 3, ditunjukkan pada gambar 2.8. Didalamnya terdapat batang paralel, batang atau kawat, kisi-kisi, kasa kawat, atau pelat berlubang, dan bukaan dapat berbentuk apapun tetapi umumnya adalah slot melingkar atau persegi panjang. *Screen* yang terdiri dari batang atau batang paralel sering disebut “*bar rack*” atau *coarse screen* dan digunakan untuk menghilangkan padatan kasar (Metcalf & Eddy, 2003).

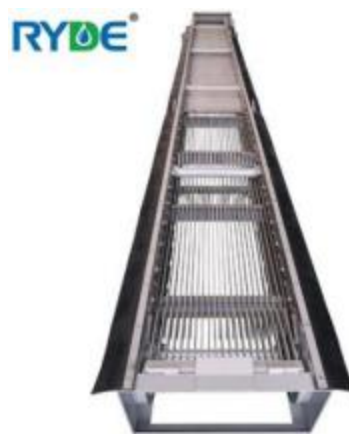


**Gambar 2. 8** Kriteria *Screen*

**Sumber:** (Metcalf & Eddy, 2003 Hal 315)

- ***Coarse Screen* (Penyaring Kasar)**

Penyaring kasar atau *coarse screen* digunakan untuk melindungi pompa, katup, saluran pipa, dan peralatan lainnya dari kerusakan atau tersumbat oleh sampah yang berukuran 6-150 mm. Pembersihan penyaring kasar dapat secara manual dengan memanfaatkan tenaga manusia atau dengan mekanis. Pembersihan secara manual biasanya dilakukan pada industri kecil ataupun sedang. Sampah padat yang berukuran sedang atau besar di saring dengan sederet baja yang diletakkan dan dipasang melintang arah aliran. *Screening* dengan pembersihan secara mekanik, bahan nya terbuat dari stainless steel atau dari plastik.



**Gambar 2. 9** *Coarse Screen* (Penyaring Kasar)

**Sumber:** ([Inclined Mechanical Coarse Bar screen For Municipal Wastewater Treatment - Buy Multi-rake Coarse Bar screen, Multiple Rake Bar screen Mechanical Wastewater Filtration, Mechanical Rotary Trash Rake Bar screens Waste Water Treatment Plant Product on Alibaba.com](#))

**Tabel 2. 3** Kriteria Perencanaan *Coarse Screen*

Parameter	U.S Customary Units			SI Units		
	Metode Pembersihan			Metode Pembersihan		
	Unit	Manual	Mekanik	Unit	Manual	Mekanik
<b>Ukuran Batang</b>						
Lebar	Inch	0,2-0,6	0,2-0,6	mm	5-15	5-15
Kedalaman	Inch	1,0-1,6	1,0-1,6	mm	25-38	25-38
Jarak Antar Batang	Inch	1,0-2,0	0,6-3,0	mm	25-50	15-75
Kemiringan terhadap vertikal	°	30-45	0-30	°	30-45	0-30
<b>Kecepatan</b>						
Maksimum	Ft/s	1,0-2,0	2,0-3,25	m/s	0,3-0,6	0,6-1,0
Minimum	Ft/s		1,0-1,6	m/s		0,3-0,5
<i>Headloss</i>	Inch	6	6-24	mm	150	150-600
Harga	Rp76.000.000,00					

**Sumber:** (*Metcalf And Eddy WWET, And Reuse 4th Edition, Halaman 316*)

- ***Fine Screen (Penyaring Halus)***

*Fine screen* atau penyaring halus berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang berukuran kurang dari 6 mm. *Screen* ini dapat di gunakan untuk pengolahan pendahuluan (*Preliminary Treatment*) maupun pengolahan pertama atau utama (*Primary Treatment*). Contoh jenis penyaring halus (*Fine Screen*) yang digunakan untuk pengolahan pendahuluan (*Premilinary Treatment*) adalah ayakan kawat

(*static wedgewire*), drum putar (*rotary drum*), atau seperti anak tangga (*step type*). Penyaring halus (*Fine Screen*) yang dapat digunakan untuk menggantikan pengolahan utama (seperti pada pengolahan pengendapan pertama/*primary clarifier*) pada instalasi kecil pengolahan air limbah dengan desain kapasitas mulai dari 0,13 m<sup>3</sup>/dt. *Screen* tipe ini dapat meremoval BOD dan TSS.



**Gambar 2. 10** *Fine Screen*

**Sumber:** ([Fine Screens at Wastewater Treatment Plant' S Headworks Design Projects - China Fine Screening and Automatic Fine Screen \(made-in-china.com\)](#))

**Tabel 2. 4** Klasifikasi *Fine Screen*

Jenis <i>Screen</i>	Permukaan <i>Screen</i>			Bahan <i>Screen</i>	Penggunaan
	Klasifikasi Ukuran	Range Ukuran			
		inch	mm		
Miring (Diam)	Sedang	0,01- 0,1	0,25- 2,5	Ayakan kawat terbuat dari <i>stainless- steel</i>	Pengolahan primer
Drum (Berputar)	Kasar	0,1-0,2	2,5-5	Ayakan kawat terbuat dari	Pengolahan pendahuluan

				<i>stainless-steel</i>	
	Sedang	0,01-0,1	0,25-2,5	Ayakan kawat terbuat dari <i>stainless-steel</i>	Pengolahan primer
	Halus	0,01-0,1	0,25-2,5	<i>Stainless-steel</i> dan kain <i>polyester</i>	Meremoval residual dari <i>suspended solid</i> sekunder
<i>Horizontal Reciprocating Tangential</i>	Sedang	0,01-0,1	0,25-2,5	Batangan <i>Stainless-steel</i>	Gabungan dengan saluran air hujan
	Halus	0,01-0,1	0,25-2,5	Jala-jala yang terbuat dari <i>stainless-steel</i>	Gabungan dengan saluran pembawa
Harga	Rp 38.000.000,00				

**Sumber:** (Metcalf And Eddy WWET, And Reuse 4th Edition, Tabel 5.4)

- **Micro Screen**

*Micro screen* berfungsi untuk menyaring padatan halus, yang berukuran kurang dari 0,5  $\mu\text{m}$ . Prinsip dari *micro screens* ini adalah bahan padat kasar dihilangkan dengan sederet bahan baja yang diletakan dan dipasang melintang arah aliran. Kecepatan aliran harus lebih dari 0,3 m/detik, sehingga bahan padatan bahan padatan yang tertahan di depan tidak terjepit. Jarak antar batang adalah 20- 40 mm

dan bentuk penampang batang tersebut persegi empat, dengan panjang berukuran 10 mm x 50 mm.



**Gambar 2. 11** *Micro Screen*

**Sumber:** ([Microscreen - Hubert](#))

Pada unit pengolahan ini menggunakan *bar screen* jenis penyaringan kasar atau *coarse screen*. Rumus yang digunakan pada unit pengolahan ini sebagai berikut:

1. Jumlah batang/kisi

$$W_s = n \times d \times (n + 1) \times R \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

- $W_s$  = Lebar *screen* (m)
- $n$  = Jumlah Kisi
- $d$  = Lebar Batang Kisi (m)
- $r$  : Jarak Antar Kisi (m)

2. Lebar bukaan kisi

$$W_c = W_s - n \times d \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

- $W_c$  = Lebar bukaan kisi (m)
- $W_s$  = Lebar saluran pembawa atau lebar *screen* (m)
- $n$  = Jumlah batang/kisi
- $d$  = Lebar batang (m)

3. Panjang kisi



$$x = \frac{y}{\sin \theta} \quad (2.13)$$

Keterangan :

x = Panjang kisi (m)

$\sin \theta$  = Kemiringan *screen*

y = Kedalaman total saluran pembawa atau tinggi *screen* (m)

#### 4. Cek kecepatan setelah melalui kisi

$$v_i = \frac{Q}{W_c \times h} \quad (2.14)$$

Keterangan :

$v_i$  = Kecepatan setelah melalui kisi (m/s)

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

$W_c$  = Lebar bukaan kisi (m)

#### 5. Headloss pada *bar screen*

➤ Ketika *non clogging*:

$$h_L = \frac{1}{C} \times \left( \frac{V_1 - V_2}{2g} \right) \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

$h_L$  = Headloss saat *clean screen*

C = Koefisien *discharge* (0,7 untuk *clean screen*)

$V_1$  = Kecepatan alir fluida dalam saluran pembawa (m/s)

$V_2$  = Kecepatan alir fluida setelah melalui kisi (m/s)

➤ Ketika *clogging*:

$$h_L = \frac{1}{C} \times \left( \frac{V_1 - V_2}{2g} \right) \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

$h_L$  = Headloss saat *clean screen*

C = Koefisien *discharge* (0,6 untuk *clean screen*)

$V_1$  = Kecepatan alir fluida dalam saluran pembawa (m/s)

$V_2$  = Kecepatan alir fluida setelah melalui kisi (m/s)

**Sumber:** (Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering Treatment & Reuse*,  
Fourth Edition, Hal 316)

**c. Bak Penampung**

Bak penampung merupakan bak yang digunakan untuk menampung air limbah yang berasal dari saluran pembawa. Bak penampung juga sebuah unit penyeimbang sehingga debit dan kualitas limbah yang masuk ke instalasi dalam keadaan konstan. Cara kerja dari unit pengolahan ini adalah, air limbah yang sudah dialirkan melalui saluran pembawa, maka selanjutnya air limbah dialirkan menuju bak penampung agar debitnya konstan.

Rumus perhitungan yang digunakan pada unit pengolahan ini adalah sebagai berikut:

1. Volume bak penampung ( $A_{surface}$ )

$$V = Q \times td \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

$V$  = Volume bak penampung ( $m^3$ )

$Q$  = Debit ( $m^3/s$ )

$td$  = Waktu detensi (s)

2. Dimensi bak penampung

$$D = L \times B \times H \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

$D$  = Dimensi bak penampung ( $m^3$ )

$L$  = Panjang bak penampung (m)

$B$  = Lebar bak penampung (m)

$H$  = Kedalaman bak penampung (m)

3. Ketinggian total bak penampung ( $A_{cross}$ )

$$H_{total} = H + (10\% - 30\% \times H) \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

$H_{total}$  = Kedalam bak (m)

$H$  = Ketinggian air dalam bak penampung (m)

*Freeboard* = 5 – 30%



**Gambar 2. 12** Bak Penampung

**Sumber:** ([Injeksi Bocor Bak Penampungan Air Limbah - PT Niaga Artha Chemcons \(ptnac.com\)](#))

**d. Prasedimentasi**

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



**Gambar 2. 13** Bak Penampung

**Sumber:** ([Makalah PAM Sedimentasi - Cara Cararaaa](#))

Menurut (Qasim et al., 2000), bak pengendap pertama (prasedimentasi) terdiri dari empat ruangan, yaitu antara lain:

1. Zona *inlet*

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

2. Zona pengendapan

Tempat terjadinya proses pengendapan atau pemisahan partikel diskrit pada air.

3. Zona lumpur

Tempat menampung material yang mengendap bersama lumpur.

4. Zona *outlet*

Tempat menghaluskan aliran transisi, dari zona settling ke aliran *effluent*, serta mengatur debit *effluent*.

Menurut (Metcalf & Eddy, 2003), terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan untuk mendesain unit prasedimentasi, antara lain yaitu: *detention time*, *overflow rate*, *average flow*, *peak hourly flow*, dan *weir loading*. Kriteria desain unit prasedimentasi dapat dilihat pada Tabel 2.6.

**Tabel 2. 5** Desain Tipikal Prasedimentasi

<b><i>Primary sedimentation tanks followed by secondary treatment</i></b>						
<b><i>Detention time</i></b>	<b>h</b>	<b>1,5-2,5</b>	<b>2</b>	<b>h</b>	<b>1,5-2,5</b>	<b>2</b>
<b><i>Overflow rate</i></b>						
<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><i>Primary settling with waste activated-sludge return</i></b>						
<b><i>Detention time</i></b>	<b>h</b>	<b>1,5-2,5</b>	<b>2</b>	<b>h</b>	<b>1,5-2,5</b>	<b>2</b>
<b><i>Overflow rate</i></b>						
<i>Average flow</i>	gal/ft <sup>2</sup> .d	600-800	700	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	24-32	28

<i>Peak hourly flow</i>	gal/ft <sup>2</sup> .d	1200-1700	1500	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	48-70	60
<i>Weir loading</i>	gal/ft <sup>2</sup> .d	10.000-40.000	20.000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	125-500	250

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

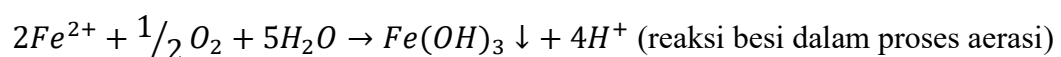
#### 2.4.2 Pengolahan Pertama (*Primary Treatment*)

Pada proses pengolahan tahap pertama ini, proses pengolahan yang terjadi yaitu secara fisika dan kimia. Proses pengolahan ini bertujuan untuk menghilangkan zat padat yang tercampur melalui pengapungan dan pengendapan. Berikut ini merupakan beberapa proses pengolahan yang digunakan dalam perencanaan air minum, antara lain:

##### a. Aerasi

Aerasi merupakan 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 ini akan menjadi dibuang di bak sedimentasi dan unit filtrasi (Droste, 1997).

Proses aerasi bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen yang berada didalam air yang berguna dalam pengolahan air. Dalam proses ini, terjadi kontak antara air dan oksigen dikarenakan adanya penambahan udara dalam air pada proses aerasi sehingga dapat membentuk endapan  $OH_3$ , dan hal tersebut juga berlaku pada logam lain. Selain itu, proses aerasi juga meningkatkan produksi oksigen yang ditandai dengan penurunan parameter organik dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Menurut (Istihara, 2019) dan (Said, 2005), terdapat reaksi kimia yang terjadi pada besi saat aerasi berlangsung, yaitu:

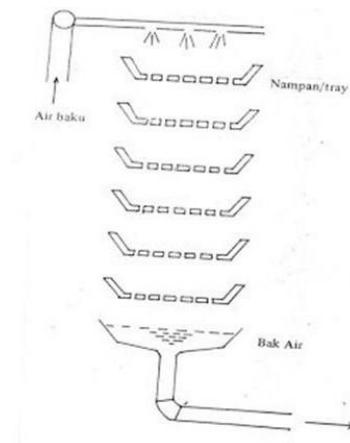




Metode aerasi memiliki beberapa jenis, antara lain:

1. *Waterfall aerator* (aerator air terjun)

Pengolahan aerasi dengan metode *waterfall/multiple aerator* seperti pada gambar, susunannya sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruang yang kecil. Jenis aerator terdiri atas 4-8 *tray* dengan dasarnya penuh lubang-lubang pada jarak 30-50 cm. Melalui pipa berlubang air dibagi rata melalui atas *tray*, dari sini percikan – percikan kecil turun ke bawah dengan kecepatan kira-kira 0,02 m/detik per m<sup>2</sup> permukaan *tray*. Tetesan yang kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap *tray* berikutnya. *Tray-tray* ini bisa dibuat dengan bahan yang cocok seperti lempengan-lempengan *absetos cement* berlubang – lubang, pipa plastik yang berdiameter kecil atau lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel.



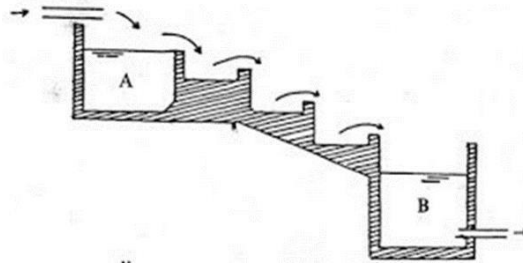
**Gambar 2. 14** *Waterfall Aerator*

**Sumber:** ([Aerasi : Pengertian, Tujuan, dan Berbagai Macam Metoda Aerasi | Informasi Kesling](#))

2. *Cascade Aerator*

Pada dasarnya aerator ini terdiri dari 4-6 step/tangga, setiap step kira-kira ketinggian 30 cm dengan kapasitas kira-kira ketebalan 0,01 m<sup>3</sup>/detik permeter. Untuk menghilangkan gerak putaran (*turbulence*) guna menaikkan efisiensi aerasi, hambatan sering di tepi peralatan pada setiap step. Dibanding dengan tray

aerator, ruang (tempat) yang diperlukan bagi cascade aerators agak lebih besar tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lain penggunaan unjir jenis ini adalah tidak diperlukan pemeliharaan lebih lanjut.

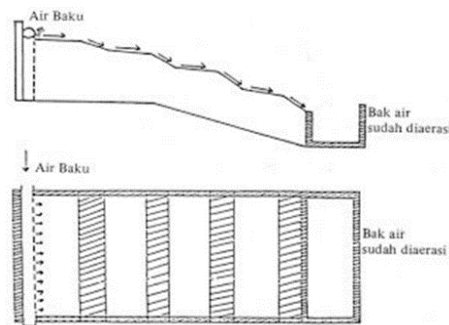


**Gambar 2. 15** *Cascade Aerator*

**Sumber:** ([Aerasi : Pengertian, Tujuan, dan Berbagai Macam Metoda Aerasi | Informasi Kesling](#))

### 3. *Submerged Cascade Aerator*

Aerasi tangga 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 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> /detik per m<sup>2</sup>.

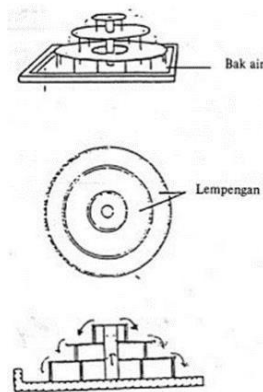


**Gambar 2. 16** *Submerged Cascade Aerator*

**Sumber:** ([Aerasi : Pengertian, Tujuan, dan Berbagai Macam Metoda Aerasi | Informasi Kesling](#))

#### 4. *Multiple Plat Form Aerator*

*Multiple Plat Form Aerator* menggunakan prinsip yang sama, yaitu memiliki lempengan – lempengan untuk menjatuhkan air guna mendapatkan kontak secara penuh terhadap air.



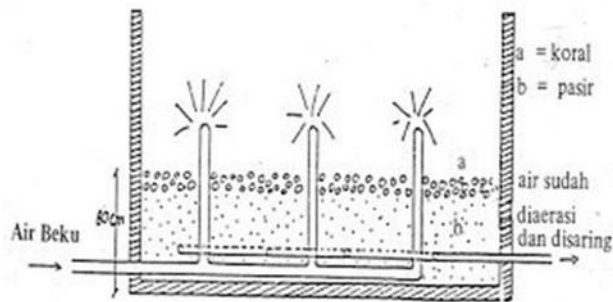
**Gambar 2. 17** *Multiple Plat Form Aerator*

**Sumber:** ([Aerasi : Pengertian, Tujuan, dan Berbagai Macam Metoda Aerasi | Informasi Kesling](#))

#### 5. *Spray Aerator*

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



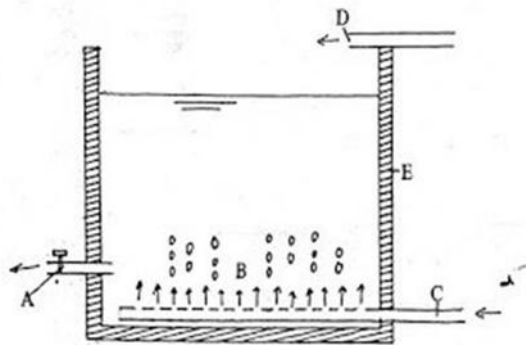


**Gambar 2. 18** *Spray Aerator*

**Sumber:** ([Aerasi : Pengertian, Tujuan, dan Berbagai Macam Metoda Aerasi | Informasi Kesling](#))

#### 6. *Bubble Aerator* (Aerator Gelembung Udara)

Jumlah udara yang diperlukan untuk *bubble aerator* (aerasi gelembung udara) tidak banyak, yaitu tidak lebih dari 0,3 – 0,5 m<sup>3</sup> udara atau m<sup>3</sup> air dan volume ini dengan mudah bisa dinaikkan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bak air yang akan diaerasi.



**Sumber:** ([Aerasi : Pengertian, Tujuan, dan Berbagai Macam Metoda Aerasi | Informasi Kesling](#))

#### 7. *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 ponds*). 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 26 inch (5-15 cm) adalah sangat penting untuk digunakan, karena dapat meningkatkan efisiensi pertukaran gas, sebagai efek katalis dari mangan oksida.

*Multiple tray aerator* harus dilengkapi dengan sistem ventilasi yang cukup. Jika unit ini ditempatkan dalam suatu bangunan yang terdapat pencemaran udara, maka efektivitas dan efisiensi dari unit akan berkurang, karena terjadi kontaminasi dari udara yang masuk dengan kandungan atau unsur-unsur tertentu yang ingin dihilangkan. Secara garis besar, desain dan karakteristik operasional aerator dapat digolongkan menjadi beberapa macam (Qasim et al., 2000), antara lain sebagai berikut:

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

Aerator	Penyisihan	Spesifikasi
Aerator Gravitasi: <i>Cascade</i>	20-45% CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tinggi: 1-3 m</li> <li>• Luas: 85-105 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. det</li> <li>• Kecepatan aliran: 0,3 m/det</li> </ul>
<i>Packing tower</i>	>95% VOC >90% CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diamer kolom maksimum: 3 m</li> <li>• Beban hidrolis: 2000 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. hari</li> <li>• Kecepatan aliran: 0,3 m/det</li> </ul>
<i>Tray</i>	>90% CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecepatan: 0,8-1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. menit</li> <li>• Kebutuhan udara: 7,5 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. air</li> <li>• Jarak rak (tray): 30-75 cm</li> <li>• Luas: 50-160 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Det</li> </ul>
<i>Spray Aerator</i>	70-90% CO <sub>2</sub> 25-40% H <sub>2</sub> S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tinggi: 1-2,9 m</li> <li>• Diameter nozzle: 2,5-4 cm</li> <li>• Jarak nozzle: 0,6-3,6 m</li> <li>• Debit nozzle: 5-10 l/det</li> </ul>
Aerator berdifusi	80% VOC <sub>8</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luas bak: 105-320 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. det</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekanan semprotan: 70 kPa</li> <li>• Waktu detensi: 10-30 menit</li> <li>• Udara: 0,7-1,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Air</li> <li>• Luas bak: 105-320 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. det</li> <li>• Tekanan semprotan: 70 kPa</li> <li>• Waktu detensi: 10-30 menit</li> <li>• Udara: 0,7-1,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. air</li> </ul>
Aerator Mekanis	70-90% CO <sub>2</sub> 25-40% H <sub>2</sub> S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu detensi: 10-30 menit</li> <li>• Kedalaman tangki: 2-4 m</li> </ul>
Harga	Rp45.000.000,00	

**Sumber:** (Qasim et al., 2000)

#### b. Koagulasi

Koagulasi didefinisikan sebagai proses destabilisasi muatan koloid padatan tersuspensi termasuk bakteri dan virus dengan suatu koagulan, sehingga terbentuk flok – flok halus yang dapat diendapkan. Koagulan atau flokulan dibubuhkan ke dalam air yang dikoagulasi yang bertujuan untuk memperbaiki pembentukan flok dan untuk mencapai sifat spesifik flok yang diinginkan. Koagulan merupakan zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif (Pulungan et al., 2012). Pada tabel 2.8 dapat dilihat berbagai macam koagulan yang umum digunakan dalam pengolahan air.

**Tabel 2. 7 Jenis – Jenis Koagulan**

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi dengan Air	pH Optimum
Aluminium Sulfat	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .X H <sub>2</sub> O X = 14,16,18	Bongkah, bubuk	Asam	6,0-7,8
Sodium aluminate	Na <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Bubuk	Basa	6,0-7,8

Polyaluminium Chloride, PAC	$\text{Aln(OH)mCl}_3$ n-m	Cairan, bubuk	Asam	6,0-7,8
Ferric sulfat	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Kristal halus	Asam	4-9
Ferri klorida	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Bongkah, cairan	Asam	4-9
Ferro Sulfat	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Kristal halus	Asam	>8,5

**Sumber:** (Sugiharto, 1987)

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 membutuhkan dosis koagulan yang tinggi. Jika kekeruhan dalam air lebih 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. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi koagulan, yaitu:

#### 1. Pengaruh pH

Pada koagulan terdapat 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 6-9.

#### 2. Pengaruh Temperatur

Pada temperatur yang rendah reaksi 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. Dosis koagulan persatuan unit kekeruhan rendah, akan lebih kecil dibandingkan dengan air yang mempunyai kekeruhan yang

tinggi, kemungkinan terjadinya tumbukan antara partikel akan berkurang dan netralisasi muatan tidak sempurna, sehingga mikroflok yang terbentuk hanya sedikit, akibatnya kekeruhan akan naik. Dosis koagulan yang berlebihan akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat.

#### 4. Pengadukan (*mixing*)

Pengadukan diperlukan agar tumbukan antara partikel untuk netralisasi menjadi sempurna. Distribusi dalam air cukup baik dan merata, serta masukan energi yang cukup untuk tumbukan antara partikel yang telah netral sehingga terbentuk mikroflok. 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.

#### 5. Pengaruh garam

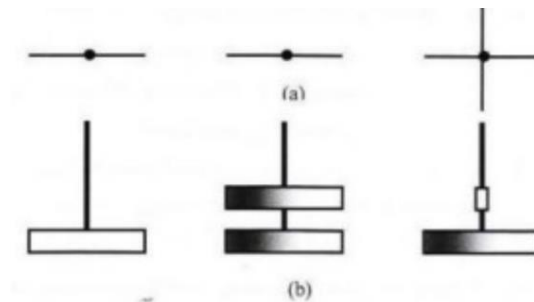
Garam dapat mempengaruhi proses penggumpalan. Pengaruh yang diberikan akan berbeda bergantung dengan macam garam (ion) dan konsentrasinya. Semakin besar valensi ion, semakin besar pengaruhnya terhadap koagulan. Penggumpalan dengan garam Fe dan Al akan banyak dipengaruhi oleh anion dibanding dengan kation. Jadi natrium, kalsium, dan magnesium relatif tidak mempengaruhi (Patimah, 2009).



**Gambar 2. 19** Bak Koagulasi

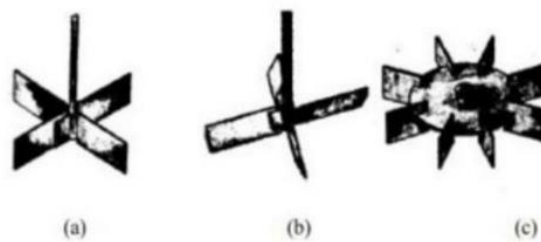
**Sumber:** ([Bak Koagulasi Lembaran Menyambung \(BKM\) | Pabrikasi Alat dan Mesin Pertanian \(alatpertanian.net\)](#))

Koagulasi atau pengadukan cepat dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu: pengadukan mekanis, hidrolis, dan *pneumatic*. Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle* (pedal), *turbine*, dan *propeller* (baling-baling). Faktor penting dalam perancangan alat pengaduk mekanis adalah dua parameter pengadukan yaitu  $G$  dan  $td$ . Sedangkan untuk menghitung besarnya tenaga (*power*) yang dibutuhkan, perlu memperhatikan jenis *impeller* yang digunakan dan nilai konstanta  $K_L$  dan  $K_T$ .



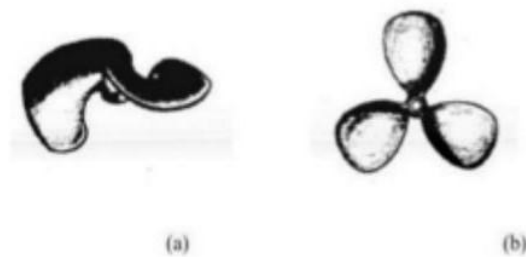
**Gambar 2. 20** Tipe *Paddle*: a) Tampak Atas, b) Tampak Samping

**Sumber:** (Masduqi & Assomadi, 2016 hlm 112)



**Gambar 2. 21** Tipe Turbin: a) *Paddle*, b) *Propeller*, c) Turbin

**Sumber:** (Qasim et al., 2000)



**Gambar 2. 22** Tipe *Propeller*: a) 2 Blade, b) 3 Blade

**Sumber:** (Qasim et al., 2000)

**Tabel 2. 8** Tipe *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)

**Tabel 2. 8** Nilai Waktu Pengadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan

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

**Sumber:** (Reynolds & Richards, 1996:184)

**Tabel 2. 9** Konstanta  $K_L$  dan  $K_T$  untuk Tangki Berserat

<b>Jenis <i>Impeller</i></b>	<b><math>K_L</math></b>	<b><math>K_T</math></b>
<i>Propeller, pitch of 1, 3 blades</i>	41,0	0,32
<i>Propeller, pitch of 2, 3 blades</i>	43,5	1,00
<i>Turbine, 4 flat blades, vaned disc</i>	60,0	5,31
<i>Turbine, 6 flat blades, vaned disc</i>	65,0	5,75
<i>Turbine, 6 curved blades</i>	70,0	4,80
<i>Fan turbine, 6 blades at 45°</i>	70,0	1,65
<i>Shrouded turbine, 6 curved blades</i>	97,5	1,08
<i>Shrouded turbine, with stator, no baffles</i>	172,5	1,12
<i>Flat paddles, 2 blades (single paddles), <math>D_i/W_i = 4</math></i>	43,0	2,25
<i>Flat paddles, 2 blades, <math>D_i/W_i = 6</math></i>	36,5	1,70
<i>Flat paddles, 2 blades, <math>D_i/W_i = 8</math></i>	33,0	1,15
<i>Flat paddles, 4 blades, <math>D_i/W_i = 6</math></i>	49,0	2,75
<i>Flat paddles, 6 blades, <math>D_i/W_i = 8</math></i>	71,0	3,82



**Sumber:** (*Reynolds & Richards, 1996:188*)

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi beserta rumus perhitungannya:

1. Gradien kecepatan (G)

Gradien kecepatan (G) merupakan perbedaan kecepatan antar dua titik *atau* volume terkecil fluida yang tegak lurus perpindahan. Gradien kecepatan berhubungan dengan waktu pengadukan. Nilai G yang terlalu besar dapat mengganggu titik akhir pembentukan flok.

$$G = \left( \frac{P}{\mu \times C} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.20)$$

Keterangan :

G = Gradien kecepatan ( $\text{det}^{-1}$ )

$\mu$  = Viskositas absolut

C = Volume bak ( $\text{m}^3$ )

2. Waktu kontak (td)

Waktu kontak adalah nilai kontak antara partikel kimia dengan air baku yang dipengaruhi oleh volume bak dan debit air baku.

$$td = \frac{\text{Volume}}{\text{Debit}} = \frac{V}{Q} \quad (2.21)$$

Keterangan :

V = Volume ( $\text{m}^3$ )

Q = Debit air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

3. Putaran rotasi pengaduk (rps)

$$n^3 = \frac{P \times gc}{Dt^5 \times \gamma \times Kt} \quad (2.22)$$

Keterangan :

n = Putaran rotasi pengaduk (rps)

P = Power pengaduk

$g_c$	= Kecepatan gravitasi
$D_t$	= Diameter pengaduk
$\gamma$	= Densitas air
$K_t$	= Konstanta pengaduk untuk turbulensi

#### 4. Bilangan *reynolds*

Bilangan reynolds adalah bilangan untuk menentukan apakah aliran itu laminar, turbulensi atau transisi.

$$NRe = \frac{Dt^2 \times n \times \gamma}{\mu} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

$NRe$	= Bilangan <i>reynolds</i>
$D_t$	= Putaran rotasi pengaduk (rps)
$n$	= Diameter pengaduk
$\gamma$	= Densitas air
$\mu$	= Viskositas absolut

#### c. Flokulasi

Flokulasi merupakan proses penggabungan inti flok sehingga menjadi flok yang berukuran lebih besar. Menurut (Kristijarti et al., 2013), Flokulasi dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Mikroflukasi (flokulasi perikinetik), terjadi ketika partikel teragregasi karena Gerakan termal acak dari molekul-molekul cairan yang disebut Brownian Motion.
2. Makroflokulasi (flokulasi ortokinetik), terjadi ketika partikel teragregasi karena adanya peningkatan gradien-gradien kecepatan dan pencampuran dalam media. Bentuk lain dari makroflokulasi disebabkan oleh pengendapan diferensial, yaitu ketika partikel-partikel besar menarik partikel-partikel kecil membentuk partikel-partikel yang lebih besar. Makroflokulasi belum efektif sampai partikel-partikel koloid mencapai ukuran 1-10  $\mu m$  melalui kontak yang didorong oleh Brownian Motion dan sedikit pencampuran.

Pengadukan lambat (agitasi dan *stirring*) digunakan dalam proses flokulasi, untuk memberi kesempatan kepada partikel flok yang sudah terkoagulasi 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.

Pengadukan lambat dilakukan dengan gradien kecepatan kecil (20 sampai 100 detik-1 ) selama 10 hingga 60 menit atau nilai GTd (bilangan camp) berkisar 48000 hingga 21000. Gradien kecepatan diturunkan secara bertahap agar flok yang telah terbentuk tidak pecah dan berkesempatan bergabung dengan yang lain membentuk gumpalan yang lebih besar. Menurut (Masduqi & Assomadi, 2016), Nilai G dan waktu detensi untuk proses flokulasi antara lain yaitu:

- Air sungai
  - Waktu detensi = minimum 20 menit
  - G = 10 – 50 detik<sup>-1</sup>
- Air waduk
  - Waktu detensi = 30 menit
  - G = 10 – 75 detik<sup>-1</sup>
- Air keruh
  - Waktu detensi dan G lebih rendah
- Jika menggunakan garam besi sebagai koagulan
  - G tidak lebih dari 50 detik<sup>-1</sup>
- Kompartment flokulator
  - G kompartment 1 : nilai terbesar
  - G kompartment 2 : 40% dari G kompartment 1
  - G kompartment 3 : nilai terkecil
- Penurunan kesadahan
  - Waktu detensi = 30 menit
  - G = 10 – 50 detik<sup>-1</sup>
- Presipitasi kimia (penurunan fosfat, logam berat, dan lain – lain.

Waktu detensi	= 15 – 30 menit
G	= 20 – 75 detik <sup>-1</sup>
Gtd	= 10.000 – 100.000

Selain itu, juga terdapat faktor yang mempengaruhi dan persamaan perhitungan pada flokulator, diantaranya yaitu:

1. Gradien kecepatan (G)
2. *Headloss* saluran (Hf)
3. Jumlah sekat / *baffle* (n) untuk *around the end*

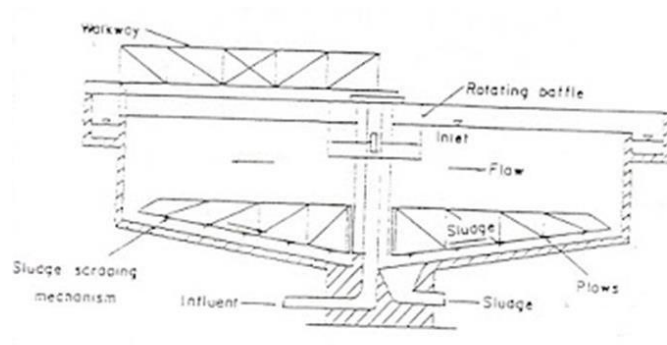
#### **2.4.3 Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)**

Menurut (Sugiharto, 1987), pada proses pengolahan tahap kedua ini, proses yang terjadi yaitu secara biologis. Pada proses ini bertujuan untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada di dalamnya. Pada proses ini dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain jumlah air limbah, tingkat kekotoran, jenis kekotoran, dan lain sebagainya. Dalam perencanaan pengolahan air minum ini, terdapat beberapa unit yang digunakan sebagai pengolahan kedua, yaitu:

##### **a. Sedimentasi**

Sedimentasi merupakan pemisahan padatan dari 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:

1. Pengendapan awal dari air permukaan sebelum pengolahan oleh unit saringan pasir cepat.
2. Pengendapan air yang telah melalui proses prasedimentasi sebelum memasuki unit saringan cepat.
3. Pengendapan air yang telah melalui proses penyemprotan desinfektan pada instalasi yang menggunakan pipa dosing alum, soda, NaCl, dan chlorine.
4. Pengendapan air pada instalasi pemisahan besi dan mangan.



**Gambar 2. 23** Bak Sedimentasi

**Sumber:** ([Makalah PAM Sedimentasi - Cara Caraaaa](#))

Pengendapan yang terjadi pada bak sedimentasi dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dari partikel dan kemampuan dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Keempat kelas itu antara lain:

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

Pada setiap bangunan sedimentasi terdapat empat zona:

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

Adapun zona-zona tersebut dapat digambarkan seperti di bawah ini, dimana pada setiap zona terjadi proses – proses sebagai berikut:

1. Zona *Inlet*

Pada zona *inlet* terjadi distribusi aliran yang menuju zona *settling* ( $\pm 25\%$  panjang bak)

2. Zona *Settling*

Pada zona *settling* terjadi proses pengendapan yang sesungguhnya

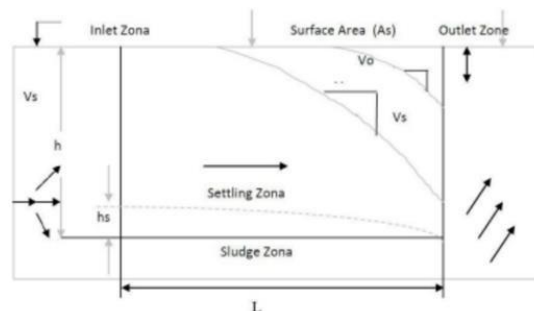
### 3. Zona *Sludge*

Zona *sludge* merupakan ruang lumpur, dimana konfigurasi dan kedalamannya tergantung pada metode pengurasan dan jumlah endapan lumpur. Untuk partikel 75% mengendap pada 1/5 volume bak.

### 4. Zona *Outlet*

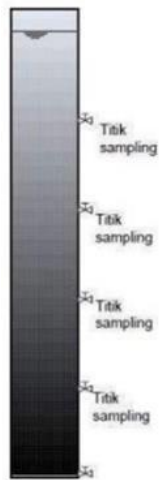
Zona *outlet* menghasilkan air yang jernih tanpa suspensi yang ikut terbawa.

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.



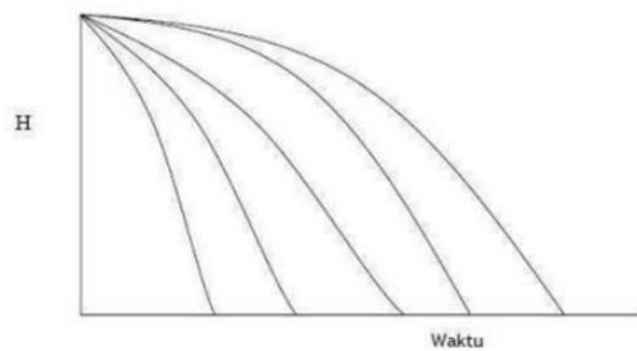
**Gambar 2. 24** Zona Pada Bak Sedimentasi

**Sumber:** (Al-Layla M. A. et al., 1997)



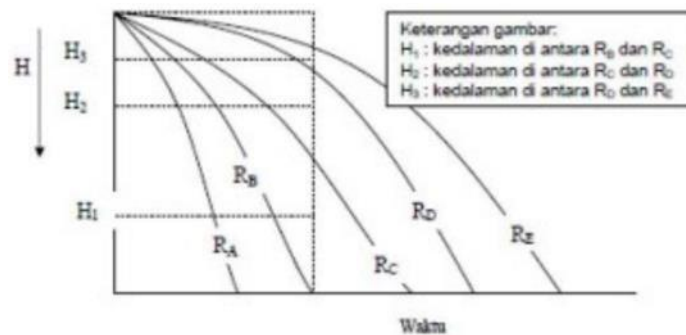
**Gambar 2. 25** Kolom Tes Sedimentasi

**Sumber:** (Al-Layla M. A. et al., 1997)



**Gambar 2. 26** Grafik *Isoremoval* Tipe II

**Sumber:** (Al-Layla M. A. et al., 1997)



**Gambar 2. 27** Penentuan Kedalaman H dan Seterusnya

**Sumber:** (Al-Layla M. A. et al., 1997)

Grafik *isoremoval* dapat digunakan untuk mencari besarnya penyisihan total pada waktu tertentu. Titik garis vertikal dari waktu yang ditentukan tersebut. Dapat menentukan kedalaman  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ . Besarnya penyisihan total pada waktu tertentu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$R_T = R_B + \frac{H_1}{H} (R_C - R_B) + \frac{H_2}{H} (R_D - R_C) + \frac{H_3}{H} (R_E - R_D) \dots (2.24)$$

Grafik *isoremoval* juga dapat digunakan untuk menentukan lamanya waktu pengendapan dan *surface loading* atau *overflow rate* bila diinginkan efisiensi pengendapan tertentu. Tahapan yang perlu dilakukan, antara lain sebagai berikut:

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 mendisain 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 (Reynolds & Richards, 1996). Ada dua jenis bak sedimentasi yang biasa digunakan:

#### 1. *Horizontal - flow Sedimentation*

Desain yang baik pada bangunan ini dapat mengurangi lebih dari 95% dari kekeruhan air. Bentuknya yang persegi panjang yang 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 laminar. 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:

- 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

Adapun kriteria desainnya jumlah air yang akan diolah (Q), waktu detensi, luas permukaan dan kecepatan pengendapan.

## 2. *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.

### 2.4.4 Pengolahan Tersier (*Tertiary Treatment*)

Menurut (Sugiharto, 1987), pada proses pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan terdahulu, oleh karena itu pengolahan jenis ini akan digunakan apabila pada pengolahan pertama dan kedua, banyak zat tertentu yang masih berbahaya bagi masyarakat umum. Pengolahan ketiga ini merupakan pengolahan secara khusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah, biasanya dilaksanakan pada pabrik yang menghasilkan air limbah khusus diantaranya yang

mengandung fenol, nitrogen, fosfat, bakteri patogen dan lainnya. Unit pengolahan tersier ini terdiri dari:

**a. Desinfeksi**

Salah satu persyaratan kualitas air minum adalah persyaratan mikrobiologis, yaitu air harus bebas dari mikroorganisme patogen. Desinfeksi merupakan proses membebaskan air minum dari mikroorganisme patogen. Metode disinfeksi secara umum ada dua, yaitu cara fisik dan cara kimiawi. Desinfeksi 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.

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:

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

Macam-macam faktor yang mempengaruhi efisiensi disinfeksi, antara lain sebagai berikut:

1. Waktu kontak
2. Konsentrasi disinfeksi
3. Jumlah mikroorganisme
4. Temperatur air
5. pH

#### 6. Adanya senyawa lain dalam air.

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

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. 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 (Burhanudin, 2015).

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

##### 1. Desinfeksi dengan Ozon

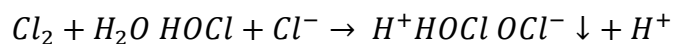
Ozon adalah zat pengoksidasi kuat sehingga dapat melakukan kerusakan bakteri antara 600 – 3000 lebih kuat dari klorin. Penggunaannya tidak dipengaruhi oleh pH air, sedangkan klorin sangat bergantung pada pH air. Mekanisme produksi ozon adalah eksitasi dan percepatan elektron yang tidak beraturan dalam medan listrik tinggi. O<sub>2</sub> berarus bolak-balik melewati media arus listrik yang tinggi akan menghasilkan lompatan electron 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 O<sub>3</sub> (ozon).

##### 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 germicidal adalah UV-AC, dengan panjang gelombang 280-220 nm.

### 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:



### 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/m<sup>3</sup> air, tergantung pada turbiditas air. 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.

## b. Reservoir

Reservoir merupakan 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.

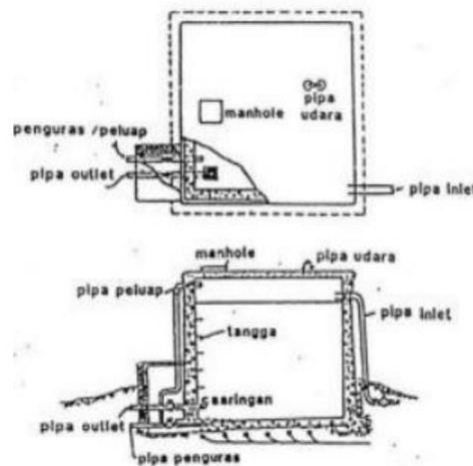
Reservoir memiliki fungsi utama untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit pemakaian air. Seringkali untuk waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat selalu sama besarnya dengan debit pemakaian air. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air,

maka kelebihan air tersebut untuk sementara disimpan dalam reservoir, dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air.

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

1. Reservoir Permukaan (*Ground Reservoir*)

Reservoir permukaan adalah reservoir yang sebagian besar atau seluruh bagian reservoir tersebut terletak dibawah permukaan tanah.



**Gambar 2. 28** Reservoir Permukaan

**Sumber:** (BPSDM PU)

2. Reservoir Menara (*Elevated Reservoir*)

Reservoir menara adalah reservoir yang seluruh bagian penampungannya terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya.



**Gambar 2. 29** Reservoir Menara

**Sumber:** (BPSDM PU)

Sedangkan berdasarkan bahan konstruksinya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi empat, yaitu:

a. Reservoir Tangki Baja

Banyak Reservoir menara dan “*stand pipe*” 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 2. 30** Reservoir Tangki Baja

**Sumber:** ([Qdhy Tangki Reservoir Penyimpanan Air Baja,Kaca Menyatu Dengan Tangki Baja Dirakit Berenamel - Buy Water](#))

[Reservoir Storage Tank,Pvc Water Storage Tank,50 M3 Water Storage Tank Product on Alibaba.com\)](#)

b. Reservoir Beton Cor

Tangki 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 2. 31** Reservoir Beton Cor

**Sumber:** ([Aplikasi dan Fungsi Ground Tank Beton Berikut Pemeliharaan |Supplier Beton Cor \(readymix.co.id\)](#))

c. 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 2. 32** Reservoir *Fiberglass*

**Sumber:** (<http://www.pancawira.com/reservoir.html>)

#### **2.4.5 Pengolahan Lumpur (*Sludge Treatment*)**

Dari pengolahan air Sungai menjadi air minum, maka didapatkan hasil berupa lumpur yang perlu diadakan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut tidak mencemari lingkungan dan dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan. *Sludge* dalam disposal *sludge* memiliki masalah yang lebih kompleks. Hal ini disebabkan karena:

1. *Sludge* sebagian besar dikomposisi dari bahan-bahan yang bertanggung jawab untuk menimbulkan bau.
2. Bagian *sludge* yang dihasilkan dari pengolahan biologis dikomposisi dari bahan organik.
3. Hanya sebagian kecil dari *sludge* yang mengandung solid (0.25% - 12% solid).

Pengolahan lumpur mempunyai tujuan penting dalam pengolahan air, antara lain yaitu:

1. Mereduksi kadar lumpur
2. Memanfaatkan lumpur sebagai bahan yang berguna seperti pupuk dan sebagai penguruk lahan yang sudah aman.

Terdapat berbagai macam jenis pengolahan lumpur yang digunakan dalam industri-industri saat ini. Banyak hal yang perlu dipertimbangkan dalam memilih pengolahan lumpur yang sesuai dengan kuantitas lumpur yang dibuang, salah satu



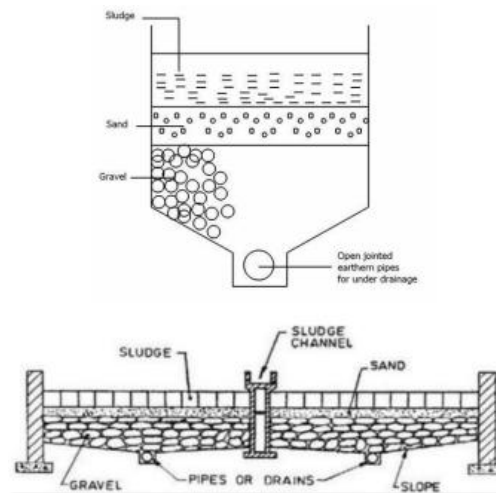
pertimbangan yang paling penting yaitu efektifitas pengolahan lumpur dan waktu yang tidak terlalu lama dalam proses pengolahan lumpur. Berdasarkan hal tersebut, salah satu jenis pengolahan yang dapat digunakan yaitu *sludge drying bed*, yang selengkapnya akan dijelaskan dibawah ini:

**a. *Sludge Drying Bed***

*Sludge drying bed* pada umumnya digunakan untuk pengumpulan padatan lumpur atau *sludge* dengan ukuran padatan yang relatif kecil hingga sedang. Dalam prosesnya, lumpur / *sludge* diletakkan pada kolam memiliki kedalaman lapisan lumpur yang berkisar antara 200 – 300 mm. Selanjutnya lumpur tersebut dibiarkan mengering. Pengurangan kadar air dalam *sludge drying bed* terjadi karena adanya saluran drainase yang terletak di dasar kolam dan akibat proses penguapan. Kebanyakan hilangnya 48 kadar air dari *sludge drying bed* diakibatkan oleh pengurasan pada saluran drainase. Oleh karena itu, kecermatan dalam penentuan dimensi pipa drainase sangat dibutuhkan. *Sludge drying bed* pada umumnya dilengkapi dengan saluran drainase lateral (pipa PVC berpori atau pipa yang diletakkan di dasar dengan open join) (Metcalf & Eddy, 2003).

Saluran drainase memiliki persyaratan minimal kemiringan yaitu sekitar 1% (0,01 m/m) dengan jarak antar saluran drainase pada masing-masing partisi sekitar 2,5 – 6 m. Saluran drainase juga harus terlindung dari lumpur secara langsung sehingga diperlukan media yang mampu menutupi saluran drainase pada *sludge drying bed*. Media tersebut pada umumnya berupa kerikil dan juga pecahan batu yang disusun dengan ketebalan antara 230 – 300 mm.

Ketebalan yang diatur sedemikian rupa memiliki fungsi guna menghambat laju air dan meminimasi masuknya lumpur / *sludge* ke dalam saluran drainase. Pasir yang digunakan pada media penyangga juga memiliki batasan koefisien keseragaman yang tidak lebih dari 4 dan memiliki effective size antara 0,3 – 0,75. Area pengeringan memiliki dimensi lebar yang dibatasi pada 6 m dengan panjang yang berkisar antara 6 – 30 m dan kedalaman yang berkisar antara 380 – 460 mm. Bahan beton disarankan digunakan sebagai bahan penyusun bangunan *sludge drying bed* (Metcalf & Eddy, 2003).



**Gambar 2. 33** *Sludge Drying Bed*

**Sumber:** (*Sludge Drying Bed* – PaluGada Engineering (palugada-engineering.com))

## 2.5 Aksesoris Perancangan Bangunan

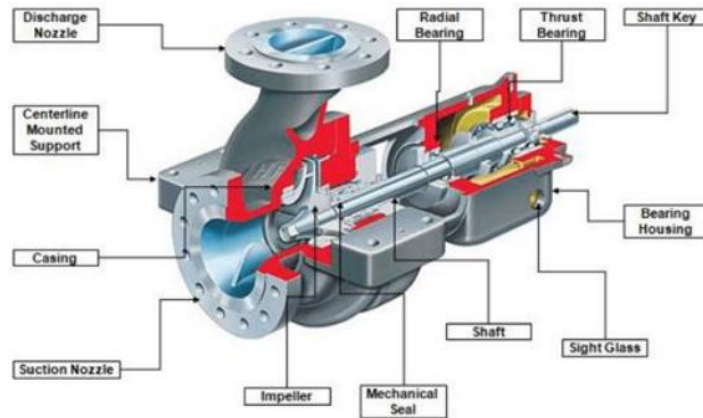
### 2.5.1 Pompa

Pompa merupakan suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari satu tempat ke tempat yang lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan digunakan untuk mengatasi hambatan pengaliran yang berupa perbedaan tekanan, ketinggian, atau hambatan gesek. Pada prinsipnya pompa dapat mengubah energi mekanik menjadi energi aliran fluida, energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui. Pompa memiliki dua kegunaan, yaitu untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya dan untuk mensirkulasikan cairan sekitar sistem. Pompa sendiri memiliki bermacam-macam jenis, yaitu:

#### 1. *Sentrifugal Pump*

*Sentrifugal Pump* merupakan pompa dengan susunan atas sebuah *impeller* dan saluran *inlet* di tengah-tengahnya. Ketika *impeller* berputar, fluida akan mengalir menuju casing di sekitar *impeller* sebagai akibat dari gaya sentrifugal.

Penggunaan pompa sentrifugal di dunia mencapai angka 80% karena penggunaannya yang cocok untuk mengatasi jumlah fluida yang besar daripada pompa positive-displacement.



**Gambar 2. 34** *Sentrifugal Pump*

**Sumber:** ([Pengertian Pompa Sentrifugal Manfaat, Cara Kerja dan Keunggulannya \(serviceacjogja.pro\)](http://serviceacjogja.pro))

## 2. *Rotary Pump*

*Rotary Pump* adalah pompa yang menggerakkan fluida dengan menggunakan prinsip rotasi. Vakum terbentuk oleh rotasi dari pompa dan selanjutnya menghisap fluida masuk. Keuntungan dari pompa ini adalah efisiensi yang tinggi karena secara natural dapat mengeluarkan udara dari pipa alirannya, serta dapat mengurangi kebutuhan pengguna untuk mengeluarkan udara tersebut secara manual. Dan untuk kelemahan dari pompa ini adalah apabila pompa bekerja pada kecepatan yang terlalu tinggi, maka fluida kerjanya justru dapat menyebabkan erosi pada sudut-sudut pompa.



**Gambar 2. 35** *Rotary Pump*

**Sumber:** ([Rotary displacement pumps | The Best Chemical Handling Pumps - IWAKI \(iwakipumps.jp\)](#))

3. *Gear Pump*

*Gear Pump* merupakan jenis pompa roda gigi positif yang dapat memindahkan cairan dengan berulang kali menutup volume tetap menggunakan roda gigi yang saling mengunci, dan mentransfernya secara mekanis menggunakan pemompaan siklik yang memberikan aliran pulsa-halus mulus sebanding dengan kecepatan rotasi gir-nya

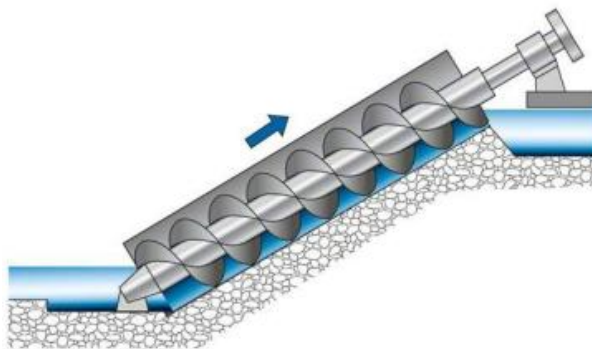


**Gambar 2. 36** *Gear Pump*

**Sumber:** ([Rotary displacement pumps | The Best Chemical Handling Pumps -IWAKI \(iwakipumps.jp\)](#))

4. *Screw Pump*

*Screw Pump* merupakan pompa yang di gunakan untuk menangani cairan yang mempunyai viskositas tinggi, heterogen, sensitive terhadap geseran dan cairan yang mudah berbusa. Prinsip Kerja *Screw Pump* di temukan oleh seorang *engineer* prancis bernama Rene Moneau, sehingga sering disebut juga dengan *Moneau Pump*.



**Gambar 2. 37** *Screw Pump*

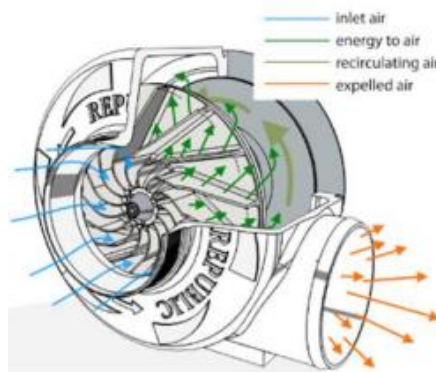
**Sumber:** ([Chemical gear pumps GM-V series | The Best Chemical Handling Pumps - IWAKI \(iwakipumps.jp\)](#))

### 2.5.2 *Blower*

*Blower* merupakan mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan dan sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. *Blower* juga merupakan mesin yang memampatkan udara atau gas oleh gaya sentrifugal ketekanan akhir melebihi dari 40 psig. Menurut klasifikasinya *Blower* dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

#### 1. *Blower* Sentrifugal

*Blower* Sentrifugal merupakan blower dengan memiliki *impeller* yang dapat berputar hingga 15.000 rpm. *Blower* sentrifugal dapat beroperasi melawan tekanan 0,35 sampai 0,70 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gambar 2. 38** Blower Sentrifugal

**Sumber:** ([Chemical gear pumps GM-V series | The Best Chemical Handling Pumps - IWAKI \(iwakipumps.jp\)](#))

#### 2. *Blower* Positive Displacement

*Blower* Positive Displacement merupakan blower yang memiliki rotor yang menjebak udara dan mendorongnya melalui rumah blower. *Blower* ini menyediakan volume udara yang konstan bahkan jika tekanan system nya bervariasi. *Blower* ini berputar lebih pelan daripada *blower* sentrifugal

hanya 3.600 rpm dan sering digerakkan oleh belt untuk memfasilitasi perubahan kecepatan.



**Gambar 2. 39** *Blower Possitive Displacement*

**Sumber:** ([Archimedean screw pump \(ksb.com\)](http://ksb.com))

### 2.5.3 Pipa

Dalam membangun sebuah sistem jaringan saluran air yang ideal maka dibutuhkan dukungan aksesoris pipa yang tepat. Fungsi dari aksesoris pipa adalah untuk membangun jalur belokan, membangun jalur percabangan, mendukung metode penyambungan, dan menyambung antar pipa. Adapun aksesoris yang dimiliki pipa terdiri dari:

#### 1. *Shock* pipa/*Socket*

*Shock* pipa/*Socket* merupakan aksesoris untuk menyambung pipa yang bertujuan untuk memperpanjang pipa dengan menyambung lurus satu pipa dengan pipa lainnya. Aksesoris ini biasa digunakan untuk menyambung pipa dengan diameter yang sama, dengan ulir yang berada di dalam. *Shock* pipa terbagi menjadi beberapa jenis seperti:

- *Shock* pipa PVS polos, yang digunakan untuk menyambung dua pipa PVC dengan ujungnya tidak ada ulir atau drat.
- *Shock* pipa drat luar, pada kedua ujung *shock* nya memiliki ulir/drat. *Shock* pipa jenis ini biasanya dikombinasikan dengan *shock* pipa drat dalam.

- *Shock* pipa drat dalam, pada kedua ujung *shock* nya memiliki ulir/drat. *Shock* pipa jenis ini biasanya dikombinasikan dengan *shock* pipa drat luar ataupun konektor penyambung selang.



**Gambar 2. 40** *Shock* Pipa Polos



**Gambar 2. 41** *Shock* Pipa Drat Luar



**Gambar 2. 42** *Shock* Pipa Drat Dalam

**Sumber:** ([Mengenal Jenis Jenis Aksesoris Pipa PVC yang Digunakan PDAM -Mengalir hingga jauh \(mengalirjauh.blogspot.com\)](http://mengenaljenisjenisaksesorispipapvcyangdigunakanpdam-mengalirhingga jauh(mengalirjauh.blogspot.com)))

## 2. *Elbow*

*Elbow* merupakan aksesoris perpipaan yang memiliki bentuk mirip dengan huruf “L” atau berbentuk siku (*Elbow*). Aksesoris ini berfungsi untuk membelokkan aliran. Aksesoris ini memiliki kombinasi sudut bervariasi yang paling sering dipakai adalah 90° dan 45°.



**Gambar 2. 43** Elbow 90° dan 45°

**Sumber:** ([1.5 "Female Female Ulir Pipe Fitting Elbow Moonshine Stainless Steel 90/45 Degree | Pipa - AliExpress](#))

3. *Tee*

*Tee* merupakan aksesoris pipa yang berfungsi untuk membagi aliran lurus menjadi dua arah, ke kanan dan kiri. Seperti namanya aksesoris tee berbentuk seperti huruf “T”, namun ada beberapa kasus *Tee* berbentuk seperti huruf “Y”, banyak orang menyebutnya *Y-Branch*.



**Gambar 2. 44** Tee Bentuk T



**Gambar 2. 45** Tee Bentuk Y

**Sumber:** ([√ Harga RUCIKA Y-Branch \(D-Y\) 3 Inch Terbaru | Bhinneka](#))

4. *Reducer*

*Reducer* merupakan aksesoris pipa yang berfungsi untuk menyambung dua pipa dengan diameter berbeda. *Reducer* ini terbagi menjadi dua tipe, yakni *reducer elbow* untuk membelokkan aliran dan *reducer socket* untuk memperpanjang pipa dengan sambungan lurus.



**Gambar 2. 46** Reducer

**Sumber:** ([PVC Pipe Fittings / TS Fittings / Reducing Socket from MISUMI | MISUMI \(misumi-ec.com\)](#))

5. *Dop/plug/cap/clean out*

*Dop/plug/cap/clean out* merupakan aksesoris pipa yang berfungsi untuk menutup saluran pipa pada ujung pipa yang tidak dihubungkan lagi. *Cap*



adalah penutup yang lebih simpel dari yang lain, *Plug* adalah penutup yang sangat rapat dengan sistem ulir/*drat*, *clean out* adalah penutup yang dapat ditutup dan dibuka sesuka hati. Namun kebanyakan kontraktor memilih untuk menutup ujung pipa dengan kran, agar sewaktu – waktu ujung pipa dapat digunakan dan bermanfaat.



**Gambar 2. 47** *Dop/plug/cap/clean out*

**Sumber:** ([PVC Pipe Plug, Size: 3/4 inch at Rs 10/piece in Vadodara | ID: 16895420588 \(indiamart.com\)](#))

## 2.6 Persen Removal

Proses pengolahan air minum sendiri bertujuan untuk menurunkan beban pencemar pada sumber air sungai tersebut. Banyaknya penurunan beban pencemar dinyatakan dalam bentuk persentase yang digunakan untuk menilai seberapa efektifnya suatu bangunan dalam menurunkan beban pencemar. Berikut merupakan persentase penurunan beban pencemar berdasarkan beberapa literatur yang ada pada tabel berikut.

**Tabel 2. 9** Persen Removal

No.	Unit Bangunan	% Removal	Sumber Literatur
<b><i>PRELIMINARY TREATMENT</i></b>			
1.	<i>Intake &amp; sumur pengumpul</i>	-	-

<b>PRIMARY TREATMENT</b>			
2.	Aerasi	Mn = 20-60%	<i>Ronald Droste. 1997. Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment. Section III Chapter 9 page 225</i>
		BOD = 90-99%	<i>Fajrin Anwari dkk. 2011. Studi Penurunan Kadar BOD, COD, TSS Dan Ph Limbah. Pabrik Tahu Menggunakan Metode Aerasi Bertingkat. Vol 1 No. 1.</i>
		COD = 80-90%	<i>Mirwan A. dkk. 2010. Penurunan Kadar BOD, COD, TSS, CO2 Air Sungai Martapura Menggunakan Tangki Aerasi Bertingkat. Vol Oktober No. 76</i>
		Penambah DO = 4,8 mg/L	<i>Ali Masduqi. 2016. Operasi dan Proses Pengolahan Air. Hal 216</i>
3.	Koagulasi	-	-
4.	Flokulasi	-	-
<b>SECONDARY TREATMENT</b>			
5.	Sedimentasi	TSS = 80-95%	<i>Metcalf &amp; Eddy. WWET Disposal, and Reuse 4th edition (Page 497)</i>
<b>TETRIATRY TREATMENT</b>			
6.	Desinfeksi	Fecal Coliform = 100%	<i>Yong Sin Sze et.al. 2021. Performance of Sand Filtration System with Different Sand Bed Depth for Polishing Wastewater Treatment. Vol. 9 No. 2. Page 452-457.</i>
			<i>Droste, 1997, Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Section III Cahpter 9 (Page 224)</i>

7.	<i>Sludge Drying Bed</i>	-	-
----	------------------------------	---	---

## 2.7 Profil Hidrolis

Profil hidrolis digambarkan untuk mendapatkan tinggi muka air pada masing-masing unit instalasi. Profil ini menunjukkan adanya kehilangan tekanan (*headloss*) yang terjadi akibat pengaliran pada bangunan. Beda tinggi setiap unit instalasi dapat ditentukan sesuai dengan sistem yang digunakan serta perhitungan kehilangan tekanan baik pada perhitungan yang telah dilakukan pada bab masing-masing bangunan sebelumnya maupun yang langsung dihitung pada bab ini.

Profil Hidrolis Instalasi Pengolahan Air Minum 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 menjadi 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-hal yang harus diperhatikan dalam membuat profil hidrolis adalah sebagai berikut:

### 1. Kehilangan tekanan pada Bangunan Pengolahan

Dalam 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 saluran terbuka
- b) Kehilangan tekanan pada bak
- c) Kehilangan tekanan pada pintu

- d) Kehilangan tekanan pada *weir*, sekat, ambang dan sebagainya harus di hitung secara khusus.

## 2. Kehilangan Tekanan pada Perpipaan dan Aksesoris

Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris yang berhubungan dengan bangunan pengolahan adalah sebagai berikut:

- a) Kehilangan tekanan pada perpipaan  
Bisa menggunakan cara yang mudah dengan monogram “Hazen William”  
Q atau V diketahui maka S didapat dari monogram.
- b) Kehilangan tekanan pada aksesoris  
Cara yang mudah yaitu dengan mengekivalen aksesoris tersebut dengan panjang pipa, di sini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekivalen sekaligus.
- c) Kehilangan tekanan pada pompa  
Bisa dihitung dengan rumus grafik karakteristik pompa serta dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jenis pompa, cara pemasangan dan sebagainya.
- d) Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok  
Cara perhitungannya juga dengan bantuan monogram.

## 3. Pengukuran 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) Menambahkan 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