

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Baku

Air adalah kebutuhan utama dari seluruh proses kehidupan yang ada di bumi. Tidak adanya air di bumi maka tidak terdapat pula kehidupan. Air baku merupakan salah satu bahan dasar yang dibutuhkan dalam proses pengolahan air minum. Air baku diambil dari sumber-sumber yang telah memenuhi standar baku mutu. Penentuan sumber air baku dalam pengolahan mempertimbangkan data yang didapatkan melalui penelitian secara periodik dengan rentang 5 hingga 10 tahun (Kawamura, 1991).

2.2. Karakteristik Air Baku

Standar kualitas air minum di Indonesia diatur pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dimana air yang tersalur harus memiliki mutu baik, bersih atau jernih dan dapat dinilai dari penglihatan bahwa air seharusnya bersih tanpa berbau, berwarna dan keruh dan layak untuk didistribusikan kepada pelanggan. Kualitas mutu air minum dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu:

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

- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Dalam perencanaan pengolahan air minum, air baku yang digunakan yaitu air permukaan Sungai Brantas yang mempunyai beberapa karakteristik sebagai berikut:

1. Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) merupakan salah satu sifat kimia yang berguna untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan oleh suatu larutan. pH asam berkisar $< 6,5$ akan menyebabkan benda – benda logam bersifat korosif dan menyebabkan bahan kimia menjadi racun (Khairunnisa, 2021). 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 di alirkan, 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).

2. 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).

3. (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).

4. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD (Chemical Oxygen Demand) merupakan banyaknya oksigen dalam ppm yang diperlukan dalam kondisi khusus untuk menguraikan zat organik menggunakan bahan kimiawi atau oksidator kuat (potassium dikromat) (Qasim, 1985). Secara kimia bahan organik diuraikan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi panas dan asam menggunakan katalisator 5 perak sulfat (Metcalf & Eddy, 1991). Hal ini mengakibatkan seluruh bahan organik, baik yang mudah terurai maupun yang kompleks dan sulit terurai akan teroksidasi menjadi gas H₂O dan gas CO₂ serta sejumlah ion krom. Dengan menggunakan oksidator kalium bikromat, diperkirakan bahan organik dapat dioksidasi sekitar 95%-100% (Effendi, 2003).

5. Ammonia

Di dalam air, ammonia terdapat dalam dua bentuk, yakni ammonia terionisasi, (NH₄OH) dan ammonia tak terionisasi (NH₃), yang secara keseluruhan disebut Total Ammonia Nitrogen dan proporsinya sangat bervariasi tergantung pada pH dan suhu. Ammonia tak terionisasi bersifat lebih beracun daripada terionisasi (Ode et al., 2019). Ammonia dapat bersifat beracun pada manusia jika jumlah yang masuk tubuh melebihi jumlah yang dapat didetoksifikasi oleh tubuh. Pada manusia, resiko terbesar adalah penghirupan uap ammonia yang berakibat beberapa efek diantaranya iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernafasan. Pada tingkat yang sangat tinggi, penghirupan uap ammonia sangat bersifat fatal (Azizah & Humairoh, 2015).

6. Total Coliform

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 (Cut Khairunnisa, 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 (Asyina dkk, 2019).

2.3. Standar Kualitas Air Baku

Standar Kualitas Air Baku di Indonesia dapat dilihat pada PP No. 22 tahun 2021. Air baku ini berasal dari air sungai atau sumber air baku lainnya yang harus memiliki mutu baik, bersih atau jernih, tidak berwarna dan berbau dan layak untuk didistribusikan kepada masyarakat luas. Kualitas air baku dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu:

- a. Kelas satu, air yang berfungsi dan dapat dipergunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua, air yang berfungsi dan dapat digunakan untuk sarana/prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air untuk mengairi taman, dan atau untuk kegunaan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi taman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

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.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	
7.	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
8.	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal
9.	Sulfat (SO_4^{2-})	mg/L	300	300	300	400	

10.	Klorida (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 ₂ 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	
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	
	Radioaktivitas						

49.	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

Pada tugas perancangan bangunan pengolahan air ini digunakan standar kualitas air kelas 1 yang dimana pada perancangan ini dilakukan sampai pada tahap air menjadi bersih, dimana air tersebut bisa dimanfaatkan untuk air baku air minum.

2.4. Bangunan Pengolahan Air Baku

Bangunan pengolahan air baku mempunyai kelompok tingkat pengolahan, yaitu:

1. Pengolahan pendahuluan (*Pre-treatment*)
2. Pengolahan pertama (*Primary-treatment*)
3. Pengolahan kedua (*Secondary-treatment*)
4. Pengolahan lumpur (*Sludge-treatment*)

2.4.1 Pengolahan Pendahuluan (*Pre-treatment*)

Proses pretreatment 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 pretreatment yang digunakan yaitu sebagai berikut.

A. Intake

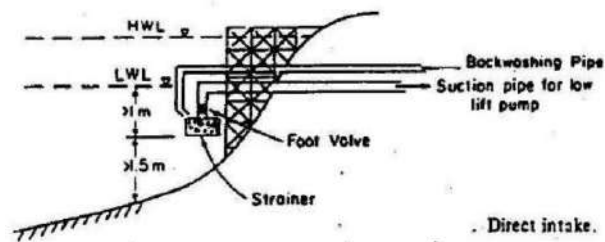
Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, intake adalah bangunan penangkap air atau tempat air masuk sungai, danau, situ, atau sumber air lainnya. Kapasitas bangunan intake yang digunakan harus disesuaikan dengan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

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

1. Bangunan Penyadap Langsung

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.



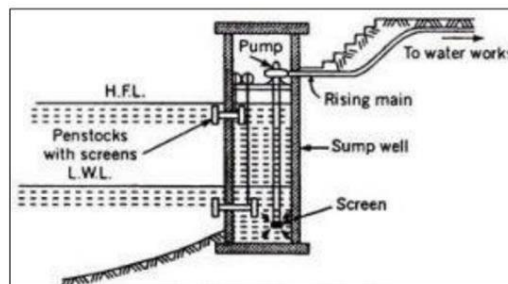
Gambar 2.1 Direct Intake

(Sumber : Kawamura, 2000)

2. Bangunan Penyadap Tidak Langsung (indirect Intake)

a. River Intake

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

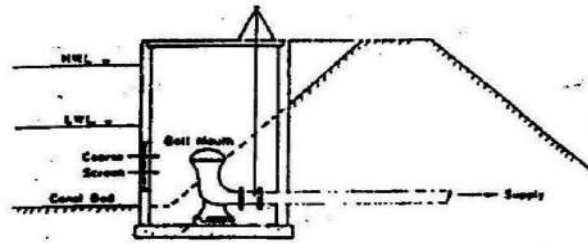


Gambar 2.2 River Intake

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

b. Canal Intake

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

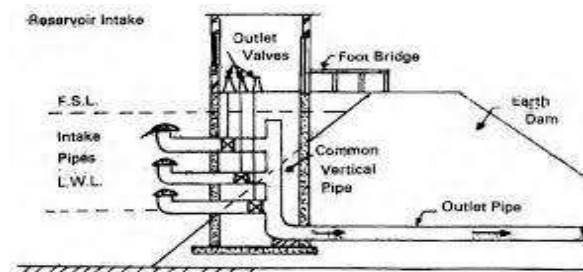


Gambar 2.3 Canal Intake

(Sumber : Kawamura, 2000)

c. Reservoir Intake

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

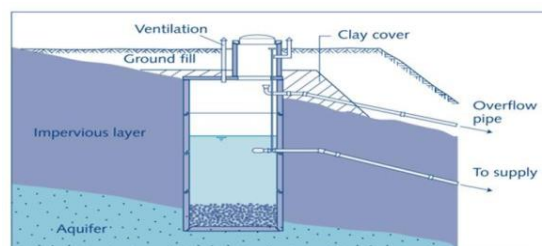


Gambar 2.4 Reservoir Intake

(Sumber : Kawamura, 2000)

d. Spring Intake

Spring Intake digunakan untuk air baku yang berasal dari mata air ataupun air tanah.

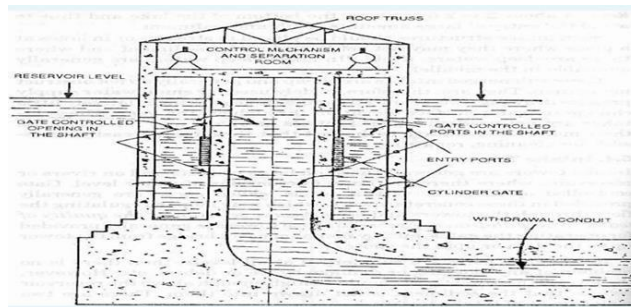


Gambar 2.5 Spring Intake

(Sumber : [Springs | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management!](#))

e. Intake Tower

Intake Tower digunakan untuk air permukaan.

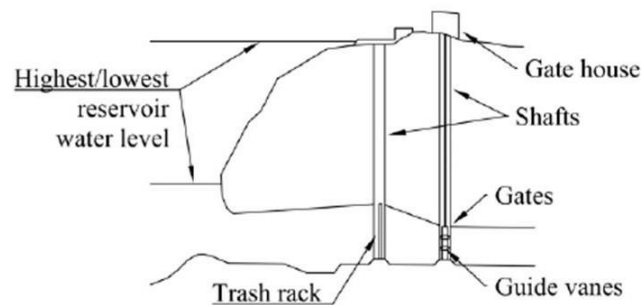


Gambar 2.6 Intake Tower

(Sumber : intake-for-water-collection.pdf (gla.ac.in))

f. Gate Intake

Gate Intake berfungsi sebagai screen dan sebagai pintu air pada prasedimentasi.



Gambar 2.7 Gate Intake

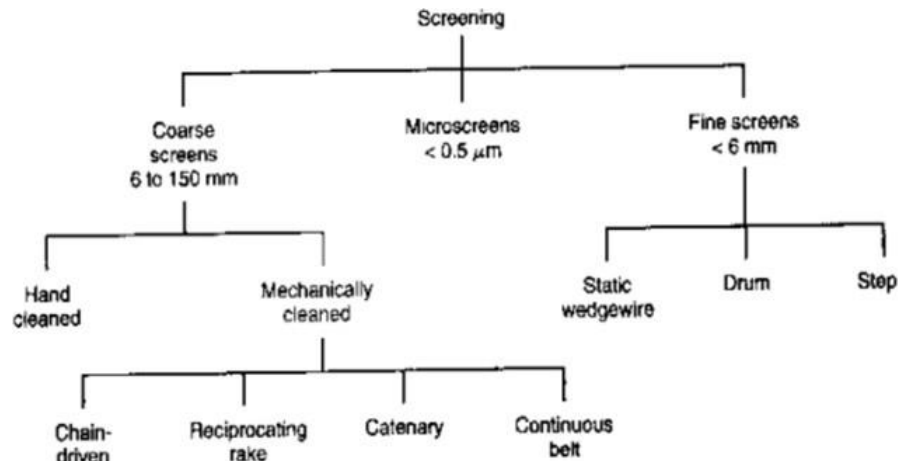
(Sumber : [Schematic side-view of the intake gates at Homstøl reservoir.](#) |
[Download Scientific Diagram \(researchgate.net\)](#))

B. Screening

Screening (bar screen) atau saringan digunakan dalam pengolahan air baik air bersih maupun air limbah untuk menghilangkan padatan kasar berupa potongan-potongan kayu, bahan-bahan dari plastik, kain, dan lain sebagainya yang berukuran $>0,5 - 1$ cm agar tidak mengganggu proses pengolahan pada bangunan pengolahan air selanjutnya (Metcalf & Eddy, 2003).

Padatan yang disaring kemudian dibuang ke wadah yang terletak di belakang *screen* untuk disimpan, dikeringkan, dan diakumulasi/dipadatkan sebelum akhirnya dibuang. Peran utama *screening* adalah untuk menghilangkan bahan- bahan kasar

dari aliran air yang mampu merusak peralatan unit pengolahan berikutnya,



mengurangi kinerja dan efektivitas unit dan proses pengolahan secara keseluruhan, dan mencemari saluran air.

Gambar 2.8 Kriteria Screen

(Sumber : Metcalf & Eddy, 2003)

a. Coarse Screen

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

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 2.2 Kriteria Perencanaan Coarse Screen

Parameter	U.S Customary Units			SI Units		
	Metode Pembersihan			Metode Pembersihan		
	Unit	Manual	Mekanik	Unit	Manual	Mekanik
Ukuran Batang						
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
Kecepatan						
Maksimum	Ft/s	1,0-2,0	2,0-3,25	m/s	0,3-0,6	0,6-1,0
Minimum	Ft/s		1,0-1,6	m/s		0,3-0,5
Headloss	Inch	6	6-24	mm	150	150-600
Harga	Rp76.000.000,00					

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

b. Fine Screen

Fine screen atau penyaring halus berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang berukuran kurang dari 6 mm. Screen ini dapat di gunakan untuk pengolahan pendahuluan (Pre-Treatment) maupun pengolahan pertama atau utama (Primary Treatment). Penyaring halus (Fine Screen) yang digunakan untuk pengolahan pendahuluan (Premilinary Treatment) adalah seperti, 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 m³/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 2.3 Klasifikasi Coarse Screen

Jenis Screen	Permukaan Screen			Bahan Screen	Penggunaan
	Klasifikasi Ukuran	Range Ukuran			
		inch	mm		
Miring (diam)	sedang	0,01-0,1	0,25-2,5	Ayakan kawat terbuat dari stainless-steel	Pengolahan primer
Drum (Berputar)	Kasar	0,1-,02	2,5-5	Ayakan kawat terbuat dari stainless-steel	Pengolahan pedahuluan
	Sedang	0,01-0,1	0,25-2,5	Ayakan	Pengolahan
				kawat terbuat dari stainless-steel	primer
	Halus	-	6-35	Stainless-steel dan kain	Meremova l residual

			μm	polyester	dari suspended solid sekunder
Horizontal	Sedang	0,06	0,17	Batangan Stainless- steel	Gabungan dengan saluran air hujan
	Halus	0,0475	1200 μm	Jala-jala yang terbuat dari stainless- steel	Gabungan dengan saluran pembawa
Harga	Rp 38.000.000,00				

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

c. *Micro Screen*

Microscreens berfungsi untuk menyaring padatan halus, yang berukuran kurang dari 0,5 μm . Prinsip dari microscreens 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's waste water treatment machinery program](#))

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.



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 Reynold partikel, serta karakteristik aliran (Reynolds & Paul, 1996).

Prasedimentasi terdiri dari empat zona yaitu (Qasim dkk, 2000):

1. Zona Inlet

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

2. Zona Settling

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 efluen, serta mengatur debit effluent.

Menurut Metcalf & Eddy (2003) terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan untuk mendesain unit prasedimentasi, antara lain yaitu detention time, overflow rate, average flow, peak hourly flow, dan weir loading. Kriteria desain unit prasedimentasi dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Desain Tipikal Prasedimentasi

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

Sumber : Metcalf & Eddy. 2003. page 398

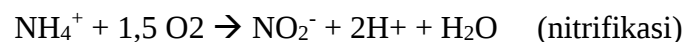
2.4.2 Pengolahan pertama (Primary-treatment)

Pada proses pengolahan tahap pertama ini, proses yang terjadi yaitu secara fisika dan kimia. Pada proses ini bertujuan untuk menghilangkan zat padat yang tercampur melalui pengapungan dan pengendapan.

A. 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). Sumber lain menjelaskan bahwa aerasi adalah suatu proses atau usaha dalam menambahkan konsentrasi oksigen yang terkandung dalam air limbah, agar proses oksidasi biologi oleh mikroba akan dapat berjalan dengan baik. Dalam melakukan proses Aerasi ini perlu menggunakan alat yang dinamakan aerator. Prinsip kerja alat ini adalah untuk menambahkan oksigen terlarut di dalam air tersebut. Kemudian yang menjadi tugas utama dari aerator ini adalah memperbesar permukaan kontak antara air dan udara.

Tujuan dari proses aerasi adalah meningkatkan konsentrasi oksigen yang berada didalam 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 $(OH)_3$, 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 ammonia saat aerasi berlangsung

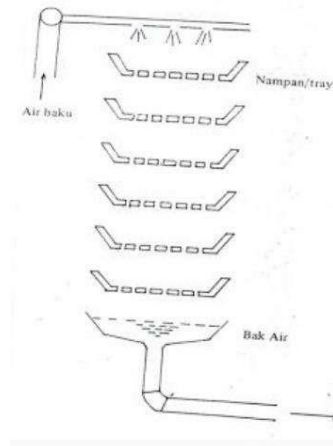


Jenis-jenis metode aerasi, antara lain :

1. *Waterfall aerator*

Pengolahan air aerasi dengan metoda Waterfall memiliki susunan yang sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruang yang kecil. Jenis aerator terdiri atas 4-8 tray dengan dasarnya penuh lobanglobang pada jarak 30- 50 cm. Melalui pipa berlobang air dibagi rata melalui atas tray, dari sini percikan-

percikan kecil turun ke bawah dengan kecepatan kira-kira 0,02 m/detik per meter luas permukaan tray. Tetesan yang kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap tray berikutnya. Tray- tray ini bisa dibuat dengan bahan yang cocok seperti lempengan- lempengan absetos cement berlobang-lobang, pipa plastik yang berdiameter kecil atau lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel.

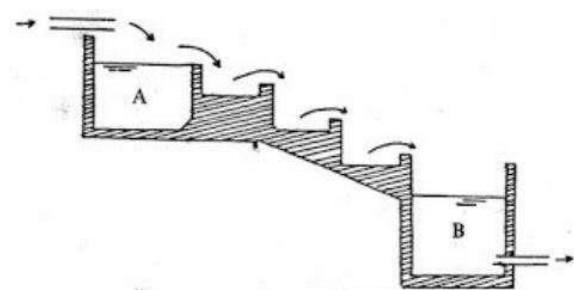


Gambar 2.13 Waterfall Aerator

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

2. Casade Aerator

Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4-6 step/tangga, setiap step kira- kira ketinggian 30 cm dengan kapasitas kira-kira ketebalan 0,01 m³/detik per meter luas. Untuk menghilangkan gerak putaran (turbulence) guna menaikkan efisiensi aerasi, hambatan sering di tepi peralatan pada setiap step. Dibanding dengan tray aerators, ruang yang diperlukan bagi cascade aerators agak lebih besar tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lain adalah tidak diperlukan pemeliharaan.

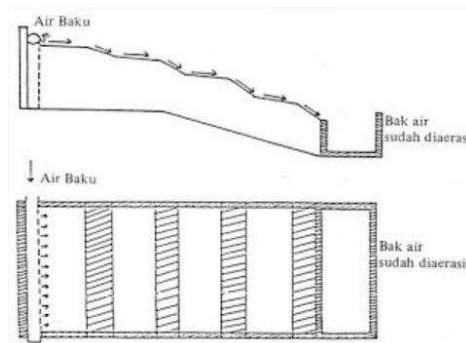


Gambar 2.14 Cascade Aerator

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

3. *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 kedalam 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 meter luas.

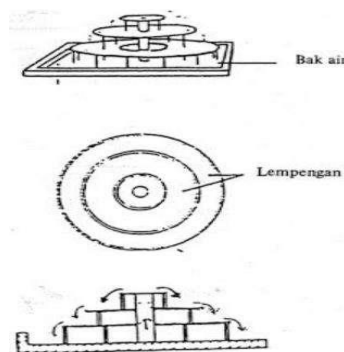


Gambar 2.15 *Submerged Cascade Aerator*

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

4. *Multiple Plat Form Aerator*

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



Gambar 2.16 *Multiple Plat Form Aerator*

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

5. *Spray Aerator*

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

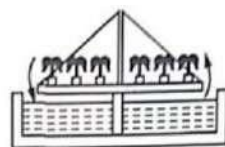


Fig. 6.3 : Spray nozzles
(movable type)

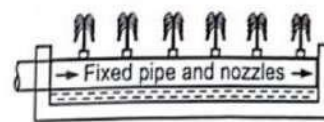


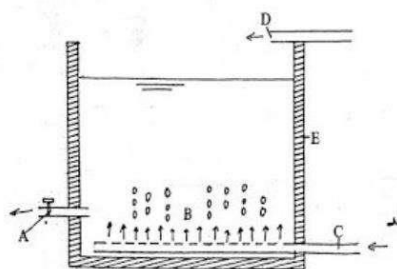
Fig. 6.4 : Spray nozzles
(fixed type)

Gambar 2.17 *Spray Aerator*

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

6. *Bubble Aerator*

Jumlah udara yang diperlukan untuk aerasi bubble (aerasi gelembung udara) tidak banyak, tidak lebih dari 0,3 – 0,5 m³ udara/m³ air dan volume ini dengan mudah bisa dinaikan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bak air yang akan diaerasi.



Gambar 2.18 *Bubble Aerator*

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 pons). Pemerataan distribusi air di atas tray sangat penting untuk memperoleh efisiensi perpindahan gas secara maksimum. Media kasar seperti arang, batu atau bola keramik yang ukurannya berkisar antara 26 inch (5-15 cm) adalah sangat penting untuk digunakan, karena dapat meningkatkan efisiensi pertukaran gas, sebagai efek katalis dari mangan oksida.

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

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 adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif partikel (Pulungan, 2012). Pada tabel 2.6 dapat dilihat berbagai macam koagulan yang umum digunakan dalam pengolahan air.

Tabel 2.5 Jenis-Jenis Koagulan

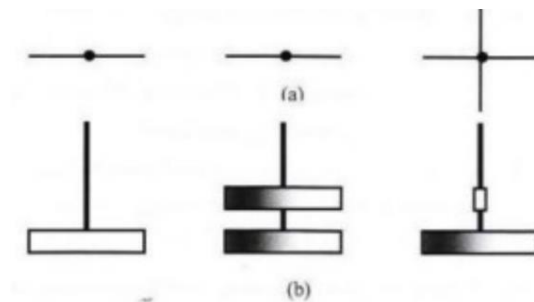
Nama	Formula	Bentuk	Reaksi dengan Air	pH Optimum
Aluminium Sulfat	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot X \text{H}_2\text{O}$	Bongkah, bubuk	Asam	6,0-7,8

Sodium aluminate	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$	Bubuk	Basa	6,0-7,8
Polyaluminium Chloride, PAC	$\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$	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,2006)

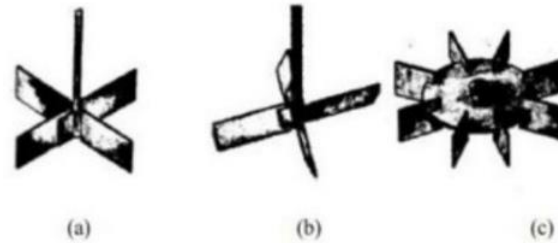
Penambahan dosis koagulan yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan kekeruhan yang lebih rendah. Dosis koagulan yang dibutuhkan untuk pengolahan air tidak dapat diperkirakan berdasarkan kekeruhan, tetapi harus ditentukan melalui percobaan pengolahan. Tidak setiap kekeruhan yang tinggi membutuhkan dosis 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.

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 KL dan KT .



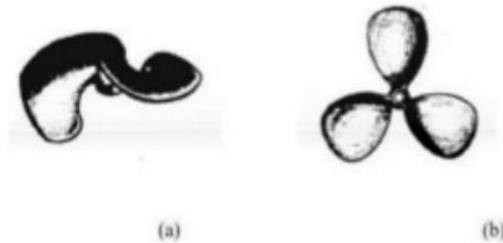
Gambar 2.19 Tipe Paddle: (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping

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



Gambar 2.20 Tipe Turbin: (a) Paddle; (b) Propeller; (c) Turbin

Sumber: (Qasim, 2000)



Gambar 2.22 Tipe Propeller: (a) 2 blade; (b) 3 blade

Sumber : Qasim, 2000)

C. Flokulasi

Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok sehingga menjadi flok yang berukuran lebih besar. Flokulasi dibedakan menjadi:

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 μm melalui kontak

yang didorong oleh Brownian Motion dan sedikit pencampuran. (Kristijarti et al., 2013).

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.

Jenis pengadukan hidrolis yang digunakan pada pengadukan lambat adalah aliran air yang menghasilkan energi hidrolik yang lebih kecil. Aliran air dibuat relatif lebih tenang dan dihindari terjadinya turbulensi agar flok yang terbentuk tidak pecah lagi. Beberapa contoh pengadukan hidrolis untuk pengadukan lambat adalah kanal bersekat (baffled channel, Gambar 2.21), perforated wall, gravel bed, dan sebagainya (Masduqi & Assomadi, 2012).

D. Sedimentasi

Sedimentasi adalah 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:

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

1. Bentuk persegi (Rectangular)

Distribusi aliran pada bak persegi ini sangat kritis, salah satu inlet didesain untuk (Metcalf & Eddy, 2004) :

- Lebar saluran *inlet* dengan *inlet* limpahan
- Saluran *inlet* dengan *port* dan *orifice*
- Saluran *inlet* dengan lebar bukaan dan *slotted baffles*

2. Bentuk lingkaran (Circular)

Pada tangki circular pola aliran adalah berbentuk aliran radial. Pada tengah-tengah tangki, air limbah masuk dari sebuah sumur lingkaran yang didesain untuk mendistribusikan aliran ke semua bangunan ini. Diameter dari tengah-

tengah sumur biasanya antara 15-20% dari diameter total tangki dan range dari 1-2,5 meter dan harus mempunyai energi tangensial (Metcalf & Eddy, 2004).

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.

A. Filtrasi

Menurut Al-Layla pada tahun 1978, partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air tidak bisa mengendap secara sempurna hanya dengan menggunakan proses sedimentasi. Untuk lebih menyempurnakan proses penyisihan partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air, dapat dilakukan dengan menggunakan proses filtrasi. Proses filtrasi sendiri adalah suatu proses di mana air dilewatkan pada pasir dan kombinasi kerikil-kerikil untuk mendapatkan hasil air yang lebih baik.

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

Beberapa faktor yang berkontribusi di dalam proses removal filter adalah sebagai berikut :

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.

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*, *upflow filters* dan lain sebagainya.

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 influen filter pasir cepat berkisar 5-10 NTU maka efisiensi penurunan kekeruhannya dapat mencapai 90-98% (Masduqi & Assomadi, 2012:171).

2. Filter Pasir Lambat

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

3. Filter Bertekanan

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

4. Hidrolika Pencucian

Setelah digunakan dalam kurun waktu tertentu, filter akan mengalami penyumbatan akibat tertahannya partikel halus dan koloid oleh media filter. Tujuan pencucian filter adalah melepaskan kotoran yang menempel pada media filter dengan aliran ke atas (upflow) hingga media terekspansi. Umumnya tinggi sebesar 15 sampai 35% (Droste, 1997). Lama pencucian sekitar 3 hingga 15 menit. Tersumbatnya media filter ditandai oleh:

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

Menurut Al-Layla (1978), pada proses purifikasi air, rapid sand filters memiliki hasil effluent yang lebih baik jika dibandingkan dengan slow sand filters. Kecepatan pada rapid sand filters ini cukup tinggi dan laju filtrasi nya berkisar antara 4-5 m³/m².jam (namun terkadang laju filtrasi nya dapat lebih dari 6 m³/m².jam). Ukuran pasir efektif yang digunakan pada filter ini berkisar antara 0,450,55 mm. Lapisan filter ini bila dilihat dari bawah terdiri dari gravel dengan tebal berkisar antara 38-60 cm, sedangkan di atasnya terdapat pasir ang tebalnya kurang lebih 80 cm. Proses backwash pada rapid sand filter berbeda dengan slow sand filter. Pada rapid sand filters waktu backwash itentukan dari head loss filter saat itu.

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

Media filter dapat tersusun dari pasir silika alami, anthrazit, atau pasir garnet. Media ini umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk dan komposisi kimia. Pemilihan media filter yang digunakan dilakukan dengan analisis ayakan. Hasil

ayakan suatu media filter digambarkan dalam kurva akumulasi distribusi untuk mencari ukuran efektif dan keseragaman media yang diinginkan.

Effective Size (ES) atau ukuran efektif media filter adalah ukuran media filter bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besarnya 10% dari total kedalaman lapisan media filter atau 10% dari fraksi berat, ini sering dinyatakan sebagai P10 (persentil 10). P10 yang dapat dihitung dari rasio ukuran rata-rata dan standar deviasi nya. Uniformity Coefficient (UC) atau koefisien keragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 6 % fraksi berat terhadap ukuran (size).

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 desinfeksi yang digunakan adalah kaporit, bromin klorida, gas klor, gas iod, ozon dan Kalium Permanganat. Kemampuan desinfeksi 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 desinfeksi adalah :

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

Dalam perancangan kali ini, kami menggunakan metode desinfeksi dengan gas klor. Metode ini bertujuan untuk mengoksidasi logam-logam, membunuh mikroorganisme seperti plankton dan juga membunuh spora dari lumut, jamur, dan alga. Konsentrasi yang diberikan adalah 2-3 gr/m³ air, tergantung pada turbiditas air (Benny, 2008).

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

Perlu dilakukan percobaan Daya Pengikat Chlor (DPC) untuk mengetahui dosis senyawa chlor (Cl₂) 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

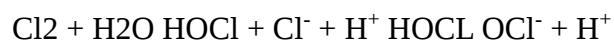
Ozon adalah zat pengoksidasi kuat sehingga dapat melakukan kerusakan bakteri antara 600 – 3000 lebih kuat dari klorin. Penggunaannya tidak dipengaruhi oleh pH air, sedangkan klorin sangat bergantung pada pH air. Mekanisme produksi ozon adalah eksitasi dan percepatan electron yang tidak beraturan dalam medan listrik tinggi. O₂ 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 O₃ (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 garmicial adalah UV-AC, dengan panjang gelombang 280-220 nm.

3. Desinfeksi dengan pembubuhan

Metode ini menggunakan bahan kimia yang dicampurkan daam 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/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.

B. Reservoir

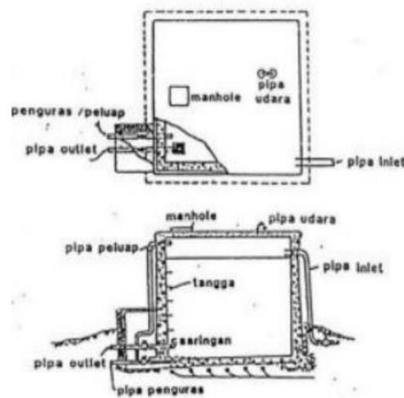
Reservoir adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Umumnya reservoir ini diperlukan pada suatu system penyediaan air bersih yang melayani suatu kota. Reservoir mempunyai fungsi dan peranan tertentu yang diperlukan agar sistem penyediaan air bersih tersebut dapat berjalan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

Berdasarkan tinggi relative 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. Reservoir Permukaan

Sumber : *BPSDM PU*

2. Reservoir Menara (*Elevated Reservoir*)

Reservoar menara adalah reservoar yang seluruh bagian penampungannya terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya.



Gambar 2. Reservoar Menara

Sumber : *BPSDM PU*

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

1. Reservoar Tanki Baja

Banyak Reservoar menara dan “standpipe” atau Reservoar 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. Reservoar Permukaan

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](#)

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 2. Reservoir Beton Cor

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

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 2. Reservoir Beton Cor

Sumber : [Panca Wira Dharma - Fiberglass Slide, Waterpark Consultant, Contractor & Supplier, WTP, STP. Xtra Biotech Filter](#)

2.4.5 Pengolahan lumpur (Sludge-treatment)

Dari pengolahan air limbah 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 responsibel 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).

Tujuan utama dari pengolahan lumpur adalah:

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 belt-filter press, yang selengkapnya akan dijelaskan dibawah ini:

A. Filter Belt Press

Sebagian besar dari jenis Belt-Filter Press, lumpur dikondisikan di bagian saluran gravitasi untuk dapat menebalkan lumpur. Pada bagian ini banyak air yang tersisihkan dari lumpur secara gravitasi. Dibeberapa unit, bagian ini diberikan dengan bantuan vacuum, yang menambah saluran dan membantu untuk mengurangi bau. Mengikuti saluran gravitasi, tekanan yang digunakan dalam

bagian tekanan rendah, dimana lumpur diremas diantara pori kain sabuk. Di beberapa unit, bagian tekanan rendah diikuti bagian tekanan tinggi dimana lumpur mengalami pergeseran melewati penggulung. Peremasan dan penggeseran ini menginduksi dari penambahan air dari lumpur. Akhir pengeringan cake lumpur adalah penyisihan dari sabuk dengan Scrapper blade Sistem operasi jenis belt-filter press dari pompa penyedot lumpur, peralatan polimer, tangki lumpur (flokulator), belt-filter press, conveyor cake lumpur, dan sistem pendukung (compressor, pompa pencuci). Namun, ada beberapa unit yang tidak menggunakan tangki lumpur.

Banyak variabel yang mempengaruhi cara kerja dari belt-filter press, antara lain karakteristik lumpur, metode dan kondisi bahan kimia, tekanan, konfigurasi mesin (saluran gravitasi), porositas sabuk, kecepatan sabuk, dan lebar sabuk. Belt filter press ini sensitif terhadap variasi karakteristik lumpur dan efisiensi mengurangi pengeringan lumpur. Fasilitas memadukan lumpur harus termasuk dalam desain sistem dimana karakteristik lumpur beraneka ragam. Namun, pada kenyataannya operasi yang mahal mengakibatkan beban padat yang lebih besar dan pengering cake ditingkatkan dengan meninggikan konsentrasi padatan lumpur.

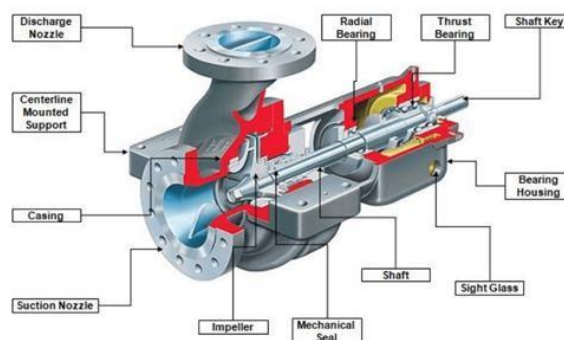
2.5. Aksesoris Perancangan Bangunan

A. 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 ketempat lainnya dan untuk mensirkulasikan cairan sekitar sistim. 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 2.28 Sentrifugal Pump

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

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.

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.

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. Perisin kerja *Screw* di temukan oleh seorang *engineer* prancis bernama *Rene Moneau*, sehinga sering di sebut juga dengan *Moneau pump*.

B. 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.

2. Elbow

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

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.

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.

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.

2.6. Persen Removal

Berdasarkan studi literatur yang telah kami kumpulkan, diperoleh rangkuman %penyisihan untuk unit pengolahan beserta keseluruhan parameter dalam air sehingga dapat diolah dalam bangunan pengolahan air minum yang telah direncanakan. Berikut rangkuman %penyisihan air beserta sumber yang tertera.

Tabel 2.6 Persen Removal

Unit Bangunan	%Removal	Sumber Literatur
Pengolahan Pendahuluan		
Intake	-	-
Prasedimentasi	-	-
Pengolahan Pertama		
Aerasi	1. COD = 39-90% 2. BOD = 90% Ammonia = 90%	Mirwan,dkk. 2010. Penurunan Kadar BOD, COD, TSS Air Sungai Martapura Menggunakan Tangki Aerasi Bertingkat Droste, Ronald L, 1997, Ammonia stripping

Koagulasi-Flokulasi	-	-
Sedimentasi	TSS = 69-90%	Prof. Dr. Ir. L. Huisman. 2004. Sedimentation and Flotation 2 nd Edition. Page 12
Pengolahan Kedua		
Filtrasi	TSS= 60-90%	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
Pengolahan Ketiga		
Desinfeksi	Total Coliform = 100%	Metcalf & Eddy. 2002. Wastewater Engineering Treatment and Reuse (Fourth Edition). Page 1221
Pengolahan Lumpur		
Filter Belt Press	-	-

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 IPAM 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.

Profil hidrolis adalah upaya penyajian secara grafis “*hidrolik grade line*” dalam instalasi pengolahan atau menyatakan elevasi unit pengolahan (*influen-effluen*) dan perpipaan untuk memastikan aliran air mengalir secara gravitasi, untuk mengetahui kebutuhan pompa, dan untuk memastikan tingkat terjadinya banjir atau luapan air akibat aliran balik. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam membuat profil hidrolis adalah sebagai berikut:

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 flock

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

Jika tinggi muka air bangunan sesudah intake ini lebih tinggi dari tinggi muka air sumber maka diperlukan pompa di intake untuk menaikkan air.

2.8. BOQ dan RAB

A. BOQ

BoQ (daftar kuantitas), adalah perincian seluruh item pekerjaan yang ada pada sebuah pekerjaan konstruksi. Yang terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur, pekerjaan MEP (Mekanikal, Elektrikal dan Plumbing), pekerjaan utilitas, lanskap dan sebagainya. Karakteristik BOQ:

1. Dalam BoQ masing-masing item pekerjaan telah tercantum beserta volume,
2. Tidak menutup kemungkinan item dan volume pekerjaan tersebut dapat bertambah atau berkurang kemudian hari, yaitu pada saat klarifikasi dan negosiasi harga,
3. Dalam BoQ tidak tercantum harga satuan pekerjaan,
4. Menghitung volume BoQ berdasarkan gambar rencana,
5. Pihak yang menyusun BoQ adalah konsultan perencanaan.

Tujuan membuat BoQ adalah:

1. Sebagai perhitungan awal, untuk mengetahui jumlah biaya yang harus disiapkan oleh Owner untuk pelaksanaan proyek.
2. Untuk keperluan pelaksanaan proses tender (lelang) proyek,
3. Berguna sebagai acuan/dasar bagi peserta lelang (kontraktor) untuk mengajukan penawaran harga.

B. RAB

RAB Adalah daftar harga atau perhitungan rincian biaya yang kita anggarkan untuk pelaksanaan sebuah proyek konstruksi. Mencakup keseluruhan biaya yang kita perlukan untuk pengadaan bahan, biaya alat maupun biaya/upah tenaga kerja. RAB dapat meliputi seluruh item pekerjaan yang ada pada sebuah proyek, atau hanya meliputi 1 sub pekerjaan saja. Misalnya RAB sub pekerjaan konstruksi baja, RAB sub pekerjaan instalasi listrik dan seterusnya. Karakteristik RAB:

1. Dalam RAB telah tercantum seluruh item pekerjaan, volume serta harga satuan pekerjaan,
2. Item pekerjaan, volume dan harga satuan yang ada dalam RAB sifatnya mengikat. Artinya tidak dapat berubah (bertambah atau berkurang) kemudian hari,
3. RAB oleh masing-masing peserta lelang (kontraktor), sehingga volume dan harga satuan pekerjaan pasti berbeda.

Tujuan membuat RAB adalah:

1. Pada proyek berskala kecil yang tidak menggunakan jasa konsultan perencanaan, misalnya pembangunan rumah tinggal. Kontraktor selalu melakukan perhitungan RAB untuk diajukan kepada owner. Sementara kasus yang sedikit berbeda, jika kontraktor ingin nge-sub salah satu pekerjaan dari maincont. Walaupun sebenarnya maincont memiliki BoQ, namun tak jarang kontraktor harus melakukan perhitungan RAB.
2. Ketika maincont menyatakan agar subcont melakukan perhitungan RAB, maka secara otomatis BoQ yang disusun oleh konsultan perencanaan tidak berlaku. Dengan kata lain BoQ tersebut menjadi rahasia oleh maincont, yang tidak perlu diketahui oleh subcont.

Berdasarkan situasi seperti ini, maka tujuan melakukan penyusunan RAB adalah:

1. Untuk keperluan pengajuan penawaran harga dengan sistem lump sum,
2. Sebagai dasar melaksanakan saat klarifikasi dan negosiasi harga,
3. Pedoman untuk pelaksanaan proyek bilamana kontraktor ternyata menang tender.