

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Baku

Air baku merupakan salah satu bahan dasar dalam proses pengolahan air minum yang diambil dari sumber-sumber yang memenuhi standar baku mutu. Sumber air baku harus tersedia dalam jumlah besar agar dapat memenuhi kebutuhan air minum daerah perencanaan. Penentuan sumber air baku untuk pengolahan harus mempertimbangkan data yang didapat melalui penelitian secara periodik antara 5 – 10 tahun (Kawamura, 1991).

Air baku merupakan salah satu bahan dasar dalam proses pengolahan air minum. Sumber air baku harus tersedia dalam jumlah besar agar dapat memenuhi kebutuhan air minum daerah perencanaan. Sumber air baku yang digunakan dalam perencanaan instalasi pengolahan air minum ini adalah air permukaan. Air permukaan merupakan air yang berada pada permukaan, contohnya sungai, rawa, danau, dan mata air. Kualitas air permukaan pada umumnya belum memenuhi standar air baku dikarenakan kekeruhan, zat organik, kadar logam berat, warna, dan lain lain yang menyebabkan air permukaan tidak dapat langsung dikonsumsi.

Agar dapat dijadikan sumber air baku untuk air minum, maka air permukaan harus memenuhi kualitas oksigen yang terlarut, pH yang sesuai, kandungan zat padat yang minim, tidak mengandung bakteri, temperatur, dan parameter lain yang sesuai dengan syarat air baku untuk air minum. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2023, pH yang diinginkan pada air permukaan diantara 6,5 dan 8,5. Air permukaan yang banyak digunakan untuk sumber air baku pengolahan air minum adalah air sungai dan air danau.

2.2 Karakteristik Air Baku

Standar kualitas air minum di Indonesia diatur pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. 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 pertanaman 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 Ambawang yang mempunyai beberapa karakteristik diantaranya sebagai berikut:

2.2.1 Parameter Fisik

Parameter fisik merupakan sifat fisik air yang dapat dilihat, dirasakan, dan di bau, sehingga parameter ini dapat lebih mudah dilihat oleh orang awam. Berikut yang merupakan parameter fisik:

- a. Bau

Bau yang tercium dalam air minum tentu tidak disukai oleh Masyarakat. Bau merupakan indicator dari kualitas air, misalnya bau amis yang disebabkan oleh alga dalam air. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 2 Tahun 2023, diketahui bahwa syarat air minum yang dapat dikonsumsi manusia adalah tidak berbau (Lestari, 2012).

- b. Rasa

Air minum pada umumnya tidak memiliki rasa (tawar), sehingga jika suatu air memiliki rasa dapat menjadi indikator bahwa air tersebut mengandung zat yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 2 Tahun 2023, diketahui bahwa syarat air minum yang dapat dikonsumsi manusia adalah tidak berasa.

c. Suhu

Suhu berperan sebagai stabilisasi kondisi ekosistem perairan. Suhu yang cocok untuk air adalah suhu yang netral. Hal tersebut bertujuan agar tidak terjadi pelarutan zat kimia pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan. Pada umumnya suhu dinyatakan dengan satuan derajat celsius atau derajat fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 2 Tahun 2023, diketahui bahwa temperature maksimum yang diperbolehkan dalam air minum sebesar 3°C . Pengukuran suhu pada contoh air dapat menggunakan thermometer.

d. Kekeruhan dan Warna

Kekeruhan disebabkan oleh bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain. Zat anorganik yang menyebabkan kekeruhan berupa pelapukan batuan dan logam, sedangkan zat organik berasal dari lapukan hewan dan tumbuhan. Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Yang dimana semakin tinggi nilai padatan tersuspensi maka semakin tinggi pula nilai kekeruhan, begitupun sebaliknya. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 2 Tahun 2023, kekeruhan maksimum yang diperbolehkan untuk air minum sebesar 3 NTU.

Warna juga merupakan parameter fisika pada kualitas air yang memiliki hubungan dengan kekeruhan. Warna di dalam air disebabkan oleh adanya ion-ion logam (terutama besi dan mangan), humus, plankton, dan tanaman air. Warna air yang diukur terdiri atas dua jenis yaitu warna sebenarnya dan warna

nampak. Warna sebenarnya adalah warna nyata muncul setelah dilakukan proses penghilangan kekeruhan. Warna nampak adalah warna yang muncul

disebabkan oleh ion-ion terlarut beserta zat padat tersuspensi yang terkandung di dalamnya (Saputra et al., 2023). Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 2 Tahun 2023, nilai warna maksimum yang diperbolehkan untuk air minum sebesar 10 TCU.

e. *TSS (Total Suspended Solid)*

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).

2.2.2 Parameter Kimiawi

Parameter kimia cenderung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan parameter fisik oleh karena itu dibutuhkan sebuah penelitian terlebih dahulu 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 konsentrasi 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. *Dissolved Oxygen (DO)*

Dissolved Oxygen (DO) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesis dan absorpsi atmosfer atau udara. DO di suatu perairan sangat berperan dalam proses penyerapan makanan oleh makhluk

hidup dalam air. Untuk mengetahui kualitas air dalam suatu perairan, dapat dilakukan dengan mengamati beberapa parameter kimia seperti DO. Semakin banyak jumlah DO, maka kualitas air semakin baik. Jika kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin saja terjadi (Salmin, 2005).

c. *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).

d. *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.

e. Besi

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada umumnya, besi yang ada di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri); tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $<1\mu\text{m}$) atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan

sebagainya; bergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganik (seperti tanah liat). Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/L, tetapi dalam air tanah kadar Fe mampu lebih tinggi. Hal ini dibuktikan dengan kain yang ternodai dan perkakas dapur (Febrina & Astrid, 2014). Kadar maksimum besi yang diperbolehkan pada air minum sebesar 0,2 mg/L, sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 tahun 2023.

2.2.3 Parameter Biologi

Analisis Bakteriologi suatu sampel air bersih biasanya merupakan parameter kualitas yang paling sensitif. Kedalam parameter mikrobiologis ini hanya dicantumkan koliform tinja dan total koliform.

a. *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).

2.3 Standar Kualitas Air Minum

Standar Kualitas Air Minum dapat dilihat pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023. Parameter wajib air minum dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Parameter Wajib Air Minum

No.	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
Mikrobiologi				

No.	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
1.	<i>Escherihia coli</i>	0	CFU/100 ml	SNI / APHA
2.	<i>Total Coliform</i>	0	CFU/100 ml	SNI / APHA
Fisik				
3.	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$	SNI / APHA
4.	<i>Total Dissolve Solid</i>	< 300	mg/L	SNI / APHA
5.	Kekeruhan	< 3	NTU	SNI atau yang setara
6.	Warna	10	TCU	SNI / APHA
7.	Bau	Tidak berbau	-	APHA
Kimia				
8.	pH	6,5 – 8,5	-	SNI / APHA
9.	Nitrat (sebagai NO^3) (terlarut)	20	mg/L	SNI / APHA
10.	Nitrit (sebagai NO^2) (terlarut)	3	mg/L	SNI / APHA
11.	Kromium valensi 6 (Cr^{6+}) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI / APHA
12.	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L	SNI / APHA
13.	Mangan (Mn) (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

No.	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
17.	Timbal (Pb) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI / APHA
18.	Flouride (F) (terlarut)	1,5	mg/L	SNI / APHA
19.	Aluminium (Al) (terlarut)	0,2	mg/L	SNI / APHA

(Sumber: Permenkes RI No. 2 Tahun 2023)

2.4 Bangunan Pengolahan Air Minum

2.4.1 Intake

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

Penempatan bangunan penyadap (*intake*) harus aman terhadap polusi yang disebabkan pengaruh luar (pencemaran oleh manusia dan makhluk hidup lain).

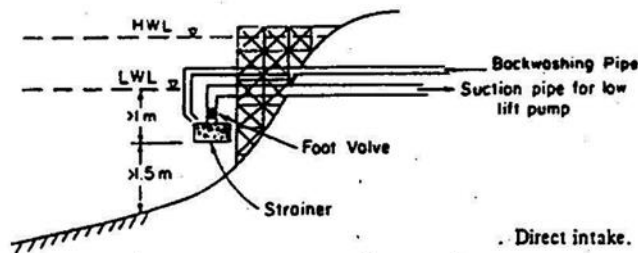
- Penempatan bangunan pengambilan pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (terhadap longsor dan lain-lain).
- Konstruksi bangunan pengambilan harus aman terhadap banjir air sungai, terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa dan gaya angkat air (*up-lift*).
- Penempatan bangunan pengambilan diusahakan dapat menggunakan sistem gravitasi dalam pengoperasiannya.
- Dimensi bangunan pengambilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian.

- Dimensi *inlet* dan *outlet* dan letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air.
- Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air baku.
- Konstruksi bangunan pengambilan direncanakan dengan umur pakai (*lifetime*) minimal 25 tahun.
- Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material local 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 (*Direct Intake*)

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



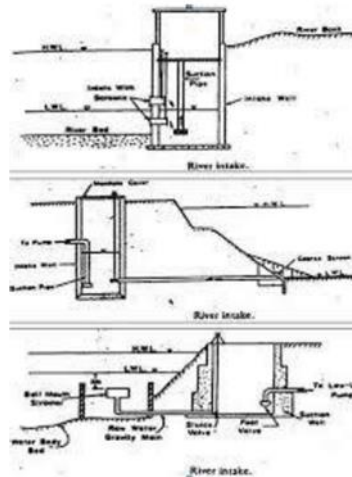
Gambar 2.1 *Direct Intake*

(Sumber: Kawamura, 2000)

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

a. *River Intake*

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.

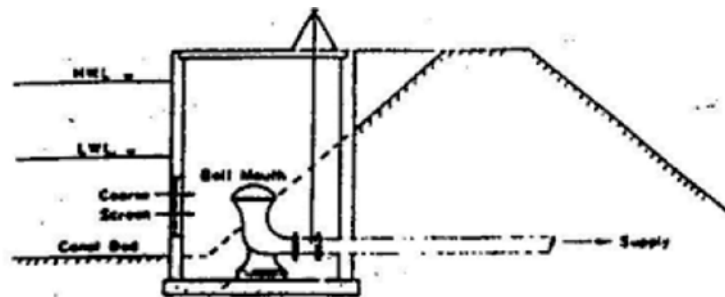


Gambar 2.2 *River Intake*

(Sumber: Metcalf & Eddy et al, 2007)

b. *Canal Intake*

Digunakan untuk air yang berasal dari kanal. Dinding chamber sebagian terbuka ke arah kanal dan dilengkapi dengan pipa pengolahan selanjutnya.

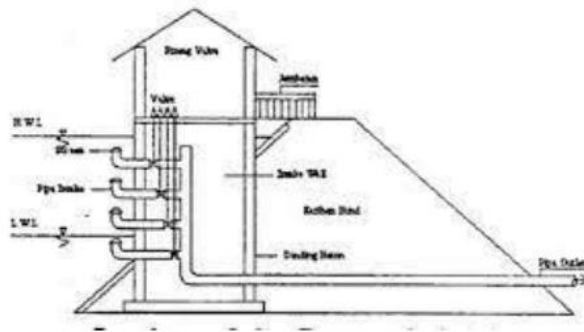


Gambar 2.3 *Canal Intake*

(Sumber: Kawamura, 2000)

c. *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: BPPSPAM. 2009)

Pada perancangan bangunan pengolahan air minum kali ini menggunakan *indirect intake* (bangunan penyadap tidak langsung) dengan tipe yang digunakan adalah *river intake*. Tipe ini mempunyai nilai yang lebih ekonomis untuk peruntukkan air baku dari air sungai dibandingkan dengan tipe – tipe *intake* lainnya. Dapat dinilai lebih ekonomis karena air sungai mempunyai level muka air pada musim hujan dan musim kemarau yang berbeda cukup tinggi. Sedangkan untuk *screen*, pada perancangan ini akan menggunakan *coarse screen*. *Screen* bertujuan untuk menghilangkan sampah padat seperti kertas, plastik, atau kain yang dapat merusak dan menyumbat aliran air, pipa, dan pompa. Pemilihan *coarse screen* merupakan pilihan tepat dikarenakan dapat menghilangkan benda – benda berukuran besar yang memiliki ukuran 6 – 150 mm.

Tabel 2.2 Koefisien Kekasaran Pipa *Hazen-Williams*

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

(Sumber: Evett & Liu, 1987)

Tabel 2.3 Nilai k untuk Kehilangan Energi

Valve, Fittings, and Specials	K value
<i>Entrance, suction bell</i> (32 in) 81 cm	0,004
90° <i>elbow</i> (24 in) 61 cm	0,3
<i>Gate valve</i> (24 in) 61 cm	0,19
<i>Reduce</i> (14 in) 35,5 cm	0,25
<i>Check valve</i> (20 in) 51 cm	2,5
90° <i>elbow</i> (20 in) 51 cm	0,3
<i>Gate valve</i> (20 in) 51 cm	0,19
<i>Tee</i> (20 in x 20 in) 50 cm x 50 cm	1,8

(Sumber: Qasim, 2000)

Tabel 2.4 Faktor *Minor Losses Bar*

Bentuk Bar	Nilai Minor Losses (β)
Shaped edge rectangular	2,42
Rectangular with semicircular up stream face circular	2,83
Circular	1,79
Rectangular with semicircular upstream and downstream face	1,67
Tear Shape	0,76

(Sumber: Qasim, 2000)

Selanjutnya pada screening 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 sehingga tidak mengganggu proses pengolahan pada bangunan pengolahan air buangan selanjutnya. Umumnya unit *screen* dibuat dari batangan besi/baja dengan lapisan anti karat yang dipasang pada kerangka yang melintang di saluran air dengan posisi miring ke arah masuknya air (*inlet*) dengan kemiringan $30^\circ - 45^\circ$ dari horizontal (Metcalf & Eddy et al., 2007). Saringan kasar digunakan untuk

melindungi pompa, katup, saluran pipa, dan perlengkapan lainnya dari kerusakan atau penyumbatan oleh kain dan benda besar (Metcalf & Eddy, 2003).

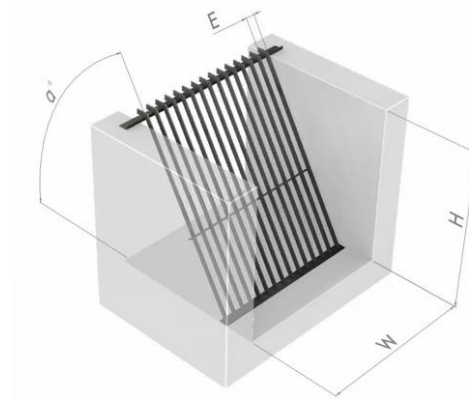
2.4.2 *Screen*

Screening atau biasa disebut dengan *bar screen* 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.

Pada umumnya *screen* dilakukan pada tahap awal dalam pengolahan. Saringan sebagai penggunaan umum dapat dipakai untuk memisahkan berbagai macam benda padat dengan ukuran besar yang terdapat pada air baku, misalnya seperti kertas, plastik, kayu dan lainnya. *Screen* atau saringan dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu saringan kasar dan saringan halus. Saringan kasar diletakkan pada awal proses. Tipe yang umumnya digunakan antara lain *bar rack* atau *bar screen*, *coarse woven-wire screen* dan *communitor*. Saringan halus memiliki bukaan 2,3–6 mm, halus pembersihannya dilakukan secara mekanis. Beberapa tipe *screen* yang sangat halus juga telah dikembangkan untuk dipakai pada pengolahan sekunder (Said, 2007). Beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam merencanakan *bar screen* antara lain adalah:

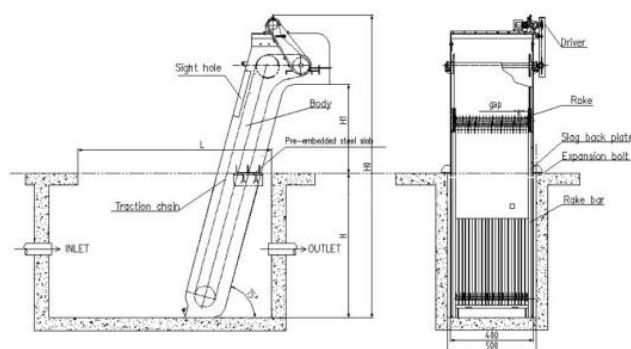
- a. Kecepatan atau kapasitas rencana
- b. Jarak antar Bar
- c. Ukuran bar (batang)
- d. Sudut inklinasi
- e. *Headloss* yang diperbolehkan

Adapun jenis dari bar screen adalah *fine screen* (saringan halus) dan *coarse screen* (saringan kasar). Sedangkan menurut mekanisme operasinya terdapat 2 jenis bar screen yaitu dengan pembersihan manual dan mekanik (Reynolds & Richards, 1995). Umumnya unit *bar screen* dibuat dari batangan besi/baja dengan lapisan anti karat yang dipasang pada kerangka yang melintang di saluran air dengan posisi miring ke arah masuknya air (*inlet*) dengan kemiringan 30° - 45° dari horizontal (Metcalf & Eddy, 2003). Tebal batang biasanya 5-15 mm dengan jarak antar batang 25-50 mm yang diatur sedemikian rupa sehingga lolos untuk parameter/limbah yang diinginkan. *Bar screen* dirancang dan dihitung menggunakan debit pada aliran puncak (S. R. Qasim, 1985).



Gambar 2.5 *Manual Bar Screen*

(Sumber: <https://www.indiamart.com>)



Gambar 2.6 *Mechanical Bar Screen*

(Sumber: <https://www.hollyep.com>)

Tabel 2.5 Kriteria Perencanaan Saringan Kasar

Kriteria Desain	Manual	Mechanical
Kecepatan aliran melalui <i>screen</i> (m/s)	0,3 - 0,6	0,6 - 1,0
Ukuran bar (batang)		
• Lebar (mm)	4 - 8	8 - 10
• Tebal (mm)	25 - 50	50 - 75
Jarak antar bar (batang) (mm)	25 - 75	75 - 85
Slope dengan horizontal (derajat)	45 - 60	75 - 85
<i>Headloss</i> yang diperbolehkan (mm)	150	150
Maksimum <i>headloss</i> (mm)	800	800

(Sumber: Nusa Idaman Said, 2007)

2.4.3 Bak Pengumpul

Bak pengumpul bertujuan untuk menampung air sementara dan padatan kasar yang mudah mengendap dan terdapat pada aliran air seperti pasir (Metcalf & Eddy et al., 2007). Bak pengumpul juga berfungsi untuk mengontrol fluktuasi dari aliran air yang akan diolah agar memberikan kondisi aliran yang stabil pada proses pengolahan selanjutnya. Cara kerja bak pengumpul ini adalah ketika air yang keluar dari proses produksi, maka selanjutnya air dialirkan menuju bak pengumpul. Pada bak pengumpul debit air diatur agar dapat memenuhi kriteria perencanaan pada unit bangunan selanjutnya.

2.4.4 Prasedimentasi

Prasedimentasi biasa 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, zona *outlet*, dan zona lumpur. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengendapan adalah *overflow rate*, $v_{horizontal}$ (v_h), bilangan Reynold partikel, serta karakteristik aliran (Reynolds &

Richards, 1996). Bak pengendap pertama terdiri dari empat ruangan fungsional yaitu:

- *Zona Inlet*: tempat memperhalus aliran transisi dari aliran influen ke aliran *steady uniform* di zona *settling*.
- *Zona Pengendapan*: tempat berlangsungnya proses pengendapan atau pemisahan partikel-partikel diskrit di dalam air buangan.
- *Zona Lumpur*: tempat menampung material yang diendapkan bersama lumpur endapan.
- *Zona Outlet*: tempat memperhalus aliran transisi dari zona *settling* ke aliran efluen serta mengatur debit efluen (Qasim et al., 2000).

Tabel 2.6 Kriteria Perencanaan Prasedimentasi

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

(Sumber: Metcalf & Eddy et al., 2007, Hal 398)

2.4.5 Netralisasi

Netralisasi merupakan proses dimana asam dan basa bereaksi satu sama lain dalam pembentukan garam dan air, sehingga dapat mengurangi atau menaikkan

nilai pH suatu larutan. Netralisasi sangat berpengaruh pada proses lanjutan pengolahan limbah, karena pH limbah yang netral akan lebih efektif dalam penyisihan polutan. pH yang terlalu asam juga dapat merusak komponen komponen alat pengolahan karena bersifat korosif (Ismail et al., 2024). Tujuan netralisasi ini adalah untuk membantu efektivitas proses selanjutnya yaitu oksidasi dan koagulasi-flokulasi selain itu hal yang tidak kalah penting adalah air olahan yang dihasilkan netral sesuai dengan kualitas air minum (pH 6-8,5) (Kiswanto et al., 2019). Bahan kimia yang banyak digunakan untuk menaikkan kadar pH antara lain soda abu (NaHCO_3), kapur tohor (CaO), Ca(OH)_2 , CaCO_3 , natrium hidroksida (NaOH).

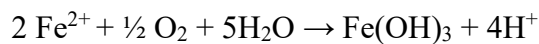
2.4.6 Aerasi

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

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

1. Penambahan jumlah oksigen.
2. Penurunan jumlah *carbon dioxide* (CO_2).
3. Menghilangkan *hydrogen sulfide* (H_2S), *methan* (CH_4) dan berbagai senyawa-senyawa organik yang bersifat *volatile* (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau.

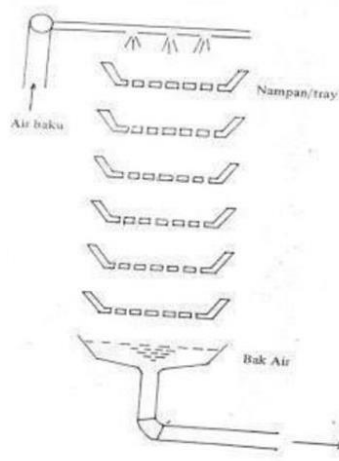
Tujuan dari proses aerasi adalah meningkatkan konsentrasi oksigen yang berada di dalam air yang berguna dalam pengolahan air. Terjadi kontak antara air dan oksigen dikarenakan adanya penambahan udara dalam air pada proses aerasi sehingga dapat membentuk endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$, hal tersebut juga berlaku pada logam lain. Selain itu, aerasi juga meningkatkan produksi oksigen ditandai dengan penurunan parameter organik dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Berikut reaksi kimia yang terjadi pada besi saat aerasi berlangsung (Istihara, 2019):



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

a. *Multiple Tray Aerator*

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



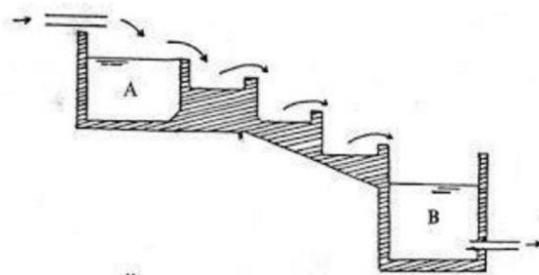
Gambar 2.7 *Multiple Tray Aerator*

(Sumber: Rahmawati, 2010)

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

b. *Cascade Aerator*

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



Gambar 2.8 *Cascade Aerator*

(Sumber: Rahmawati, 2010)

Keterangan:

A= Air baku

B = Air sudah diaerasi

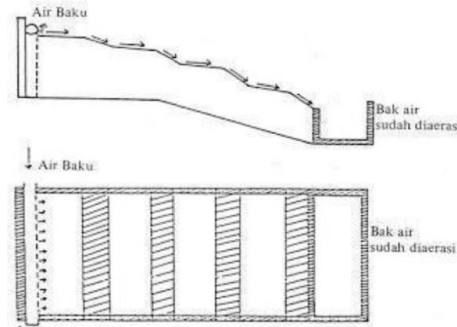
C = *Inlet*

D = Lubang pembersih

E = *Outlet*

c. *Submerged Cascade Aerator*

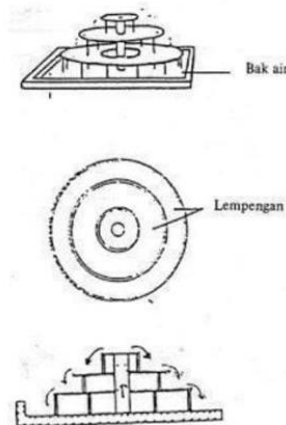
Aerasi tangga aerator seperti pada gambar di bawah ini penangkapan udaranya terjadi pada saat air terjun dari lempengan-lempengan trap yang membawanya. Oksigen kemudian dipindahkan dari gelembung-gelembung udara ke dalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi dalam 3 – 5 step. Kapasitas bervariasi antara 0,005 dan 0,5 m³/detik per m².



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

d. *Multiple Platform Aerator*

Jenis ini memakai prinsip yang sama, lempengan-lempengan untuk menjatuhkan air guna mendapatkan kontak secara penuh terhadap air.



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

e. *Spray Aerator*

Spray Aerator terdiri atas nozel penyemprot yang tidak bergerak (*stationary nozzles*) dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara di sekeliling pada kecepatan 5-7 m/detik. *Spray aerator* sederhana

C = Pipa berlubang untuk udara

E = Bak air

Tabel 2.7 Desain dan Karakteristik Operasional Aerator

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

(Sumber: Qasim et al, 2000)

2.4.7 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).

Tabel 2.8 Jenis-Jenis Koagulan

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi dengan Air	pH Optimum
Aluminium sulfat	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ $x = 14, 16, 18$	Bongkah, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
<i>Sodium aluminate</i>	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$	Bubuk	Basa	6,0 – 7,8
<i>Polyaluminium Chloride, PAC</i>	$\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3-n-m}$	Cairan, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
<i>Ferric sulfate</i>	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	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: Sugiarto, 2007)

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. 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 koagulasi 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.

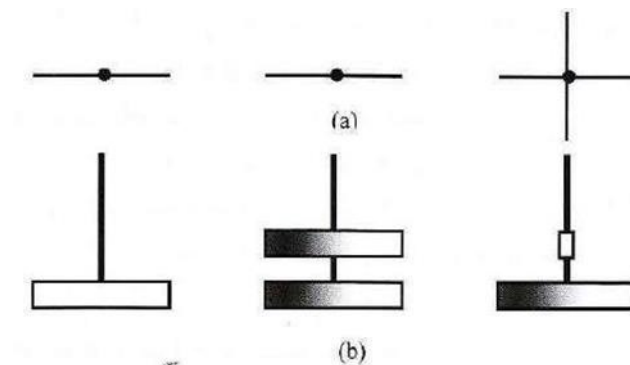
5. Pengaruh Garam

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).

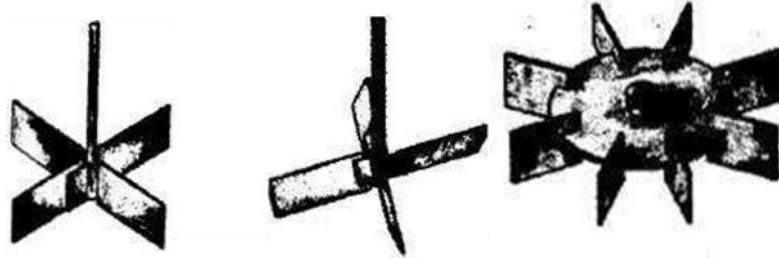
Koagulasi atau pengadukan cepat dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu: pengadukan mekanis, hidrolis, dan pneumatik. Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, 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 .

1. Pengadukan Mekanis

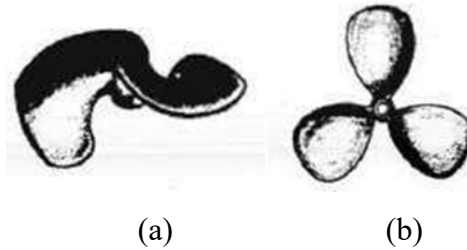
Pengadukan mekanis dengan tujuan pengadukan cepat umumnya dilakukan dalam waktu singkat dalam satu bak. Faktor penting dalam perancangan alat pengaduk mekanis adalah dua parameter pengadukan, yaitu G dan td . Pengadukan mekanis biasanya menggunakan peralatan berupa motor bertenaga Listrik, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk *impeller*. Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle* (pedal), *turbine*, dan *propeller* (baling-baling).



Gambar 2.13 Tipe *Paddle* (a) Tampak Atas (b) Tampak Samping
(Sumber: Ali Masduqi, 2016)



Gambar 2.14 Tipe Turbin
(Sumber : Ali Masduqi, 2016)



Gambar 2.15 Tipe *Propeller* (a) 2 blade (B) 3 blade
(Sumber: Ali Masduqi, 2016)

Tabel 2.9 Kriteria *Impeller*

Tipe Impeller	Kecepatan Putaran	Dimensi	Ket
<i>Paddle</i>	20-150 rpm	Diameter: 50-80% lebar bak Lebar: $\frac{1}{6}$ – $\frac{1}{10}$ diameter paddle	
<i>Turbine</i>	10-150 rpm	Diameter: 30-50% lebar bak	
<i>Propeller</i>	400-1750 rpm	Diameter: maks. 45 cm	Jumlah pitch 1-2 buah

(Sumber: Reynolds & Richards, 1996:185)

Tabel 2.10 Nilai Waktu Pengadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan

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

(Sumber: Reynolds & Richards, 1996:184)

Tabel 2.11 Konstanta KL dan KT untuk Tangki Berserat

Jenis <i>Impeller</i>	KL	KT
<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), Di/Wi=4</i>	43,0	2,25
<i>Flat paddles, 2 blades, Di/Wi=6</i>	36,5	1,70
<i>Flat paddles, 2 blades, Di/Wi=8</i>	33,0	1,15
<i>Flat paddles, 4 blades, Di/Wi=6</i>	49,0	2,75
<i>Flat paddles, 6 blades, Di/Wi=8</i>	71,0	3,82

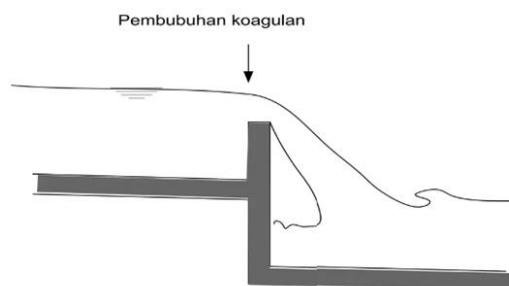
(Sumber: Reynolds & Richards, 1996:184)

2. Pengadukan Hidrolis

Pengadukan hidrolis adalah pengadukan yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga pengadukan. Tenaga pengadukan ini dihasilkan dari energi hidrolik yang dihasilkan dari suatu aliran hidrolik. Energi hidrolik dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau adanya lompatan hidrolik dalam suatu aliran.

Jenis pengadukan hidrolis yang digunakan pada pengadukan cepat haruslah aliran air yang menghasilkan energi hidrolik yang besar. Dalam hal ini dapat dilihat dari besarnya kehilangan energi (*headloss*) atau perbedaan muka air. Dengan tujuan menghasilkan turbulensi yang besar tersebut, maka jenis aliran yang sering digunakan sebagai pengadukan cepat adalah terjunan, loncatan hidrolik, dan *parshall flume*.

Jenis pengadukan hidrolis yang digunakan ada 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, perforated wall, gravel bed dan sebagainya.



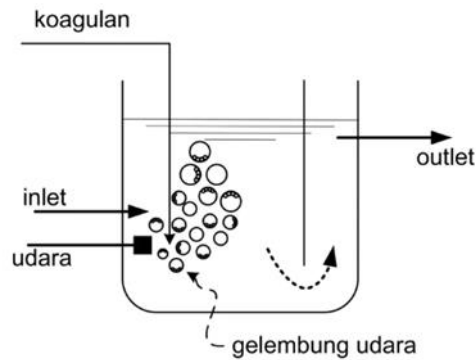
Gambar 2.16 Pengadukan Cepat dengan Terjunan

(Sumber : Zuliana, 2012)

3. Pengadukan Pneumatik

Pengadukan pneumatis adalah pengadukan yang menggunakan udara (gas) berbentuk gelembung sebagai tenaga pengadukan. Gelembung tersebut dimasukkan ke dalam air dan akan menimbulkan Gerakan pada air. Injeksi udara bertekanan ke dalam air akan menimbulkan turbulensi, akibat

lepasnya gelembung udara ke permukaan air. Aliran udara yang digunakan untuk pengadukan cepat harus mempunyai tekanan yang cukup besar sehingga mampu menekan dan menggerakkan air. Makin besar tekanan udara, kecepatan gelembung udara yang dihasilkan makin besar dan diperoleh turbulensi yang makin besar pula.



Gambar 2.17 *Pengadukan Cepat Secara Pneumatis*
(Sumber : Zuliana, 2012)

2.4.8 Flokulasi

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

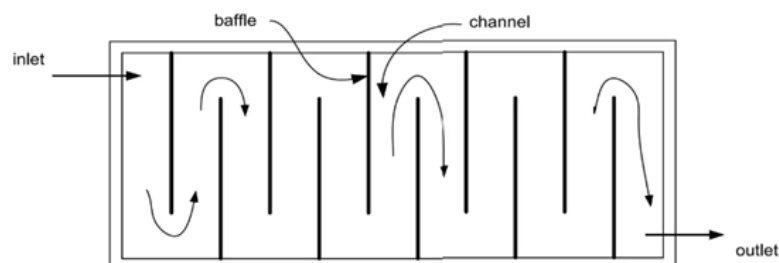
1. *Thermal motion*, yang dikenal dengan *Brownian Motion* atau difusi atau disebut sebagai *Flocculation Perikinetik*.
2. Gerakan cairan oleh pengadukan
3. Kontak selama pengendapan (Marsono, 2002)

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 210000. Gradien kecepatan diturunkan secara bertahap agar flok yang telah terbentuk tidak pecah dan berkesempatan bergabung dengan yang lain

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

1. Air Sungai
 - Waktu detensi = minimum 20 menit
 - $G = 10-50 \text{ detik-l}$
2. Air waduk
 - Waktu detensi = 30 menit
 - $G = 10-75 \text{ detik-l}$
3. Air keruh
 - Waktu detensi dan G lebih rendah
4. Jika menggunakan garam besi sebagai koagulan
 - G tidak lebih dari 50 detik-l
5. Flokulator terdiri dari 3 kompartemen
 - G kompartemen 1: nilai terbesar
 - G kompartemen 2: 40% dari G kompartemen 1
 - G kompartemen 3: nilai terkecil
6. Penurunan kesadahan
 - Waktu detensi = 30 menit
 - $G = 10-50 \text{ detik-l}$
7. Presipitasi kimia (penurunan fosfat, logam berat, dan lain-lain)
 - Waktu detensi = 15-30 menit
 - $G = 20-75 \text{ detik-l}$
 - $GT_d = 10.000-100.000$ (Masduqi & Assomadi, 2012:110)



Gambar 2.1 Pengadukan Lambat dengan *Baffled Channel*
(Sumber : Zuliana, 2012)

2.4.9 Sedimentasi

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

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

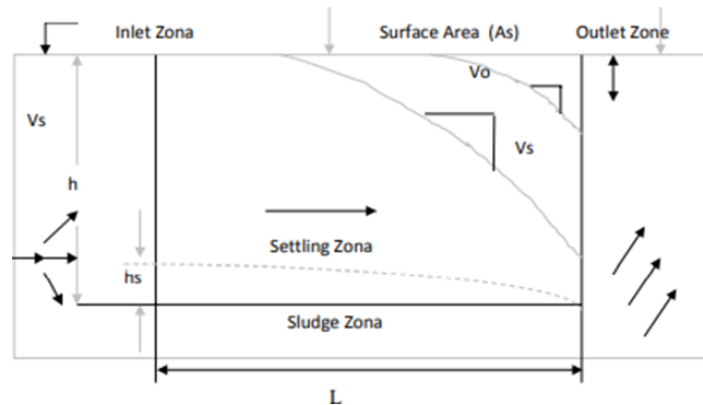
Pengendapan yang terjadi pada bak sedimentasi dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dari partikel dan kemampuan dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Ke-empat kelas itu adalah:

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

Pada setiap bangunan sedimentasi terdapat empat zona :

- *Zona Inlet*
- *Zona Outlet*
- *Zona Settling*
- *Zona Sludge*

Zona-zona tersebut dapat digambarkan seperti di bawah ini:



Gambar 2.2 Zona pada Bak Sedimentasi

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

Adapun 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).

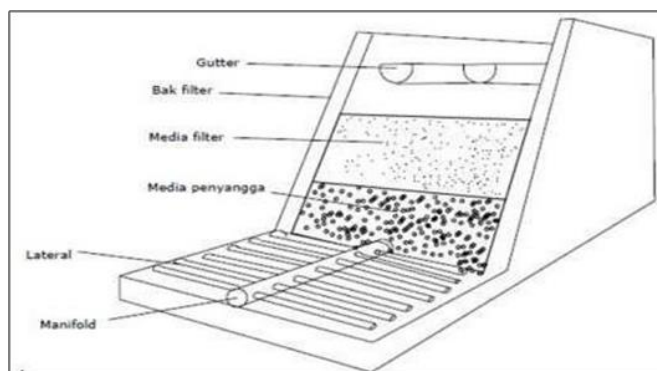
Kriteria-kriteria yang diperlukan untuk menentukan ukuran bak sedimentasi adalah: *surface loading rate* (beban permukaan), kedalaman bak, dan waktu tinggal. Nilai waktu tinggal merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bak dengan kecepatan seragam yang sama dengan aliran rata-rata per hari (Metcalf & Eddy, 2003).

2.4.10 Filtrasi

Menurut Al-Layla (1978), partikel tersuspensi dan partikel koloid didalam 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 :

- a. Proses penyaringan yang terjadi di setiap lapisan permukaan filter
- b. Proses sedimentasi di dalam filter
- c. Kontak antara partikel flok dengan lapisan kerikil atau dengan flok yang sudah terkumpul di atas lapisan filter.
- d. Proses adsorpsi atau proses eletrokinetik.
- e. Proses koagulasi di dalam filter.
- f. Proses biologis di dalam filter
- g. Penggabungan zat-zat koloid di dalam filter.



Gambar 2.3 Bagian-bagian Filtrasi

(Sumber : Reynold& Richards, 1996)

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. Pada gambar 2.16 dapat dilihat bagian-bagian filter.

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

Menurut Al-Layla pada tahun 1978, pada proses purifikasi air, *rapid sand filter* 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 .hr (namun terkadang laju filtrasi nya dapat lebih dari 6 m³ /m².hr). Ukuran pasir efektif yang digunakan pada filter ini berkisar antara 0,45-0,55 mm. Lapisan filter ini bila dilihat dari bawah terdiri dari *gravel* dengan tebal berkisar antara 38-60 cm, sedangkan di atasnya terdapat pasir yang tebalnya kurang lebih 80 cm. Proses *backwash* pada *rapid sand filter* berbeda dengan *slow sand filter*. Pada *rapid sand filters* waktu *backwash* ditentukan dari *headloss filter* saat itu.

Keuntungan menggunakan *rapid sand filters* adalah area yang digunakan tidak begitu luas, pasir yang dibutuhkan lebih sedikit, kurang sensitif terhadap perubahan kualitas air baku, dan waktu yang dibutuhkan relatif 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 yang banyak.

Media filter dapat tersusun dari pasir silika alami, anthrasit, 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 ratio ukuran rata – rata dan standar deviasinya. *Uniformity Coefficient (UC)* atau koefisien keragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 60 % fraksi berat terhadap ukuran (size). Kriteria untuk keperluan *rapid sand filter* adalah sebagai berikut.

a. *Single Media*

- UC = 1,3 – 1,7
- ES = 0,45 – 0,7 mm

b. *Dual Media*

- UC = 1,4 – 1,9
- ES = 0,5 – 0,7 mm

Pada perancangan bangunan air minum kali ini, kami menggunakan 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, 2019).

Tabel 2.12 Kriteria Perencanaan Filter Pasir Cepat

No	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan Pencucian Antar Saringan
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 – 11	6 – 11
2	Pencucian: Sistem pencucian	Tanpa/ dengan blower & atau	Tanpa/ dengan blower & atau

No	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan Pencucian Antar Saringan
	Kecepatan (m/jam)	surface wash 36-50	surface wash 36-50
	Lama pencucian (menit)	10-15	10-15
	Periode antara dua pencucian (jam)	18-24	18-24
	Ekspansi (%)	30-50	30-50
3	Dasar filter		
	Lapisan penyangga dari atas ke bawah	80 – 100, 2 – 5	80 – 100, 2 – 5
	Kedalaman (mm) ukuran butir (mm)	80 – 100, 5 – 10	80 – 100, 5 – 10
	Kedalaman (mm) ukuran butir (mm)	80 – 100	80 – 100
	Kedalaman (mm) ukuran butir (mm)	10 – 15	10 – 15
	Kedalaman (mm) ukuran butir (mm)	80 – 150	80 – 150
	Filter nozzle	15 – 30	15 – 30
	Lebar slot nozzle (mm)	< 0,5	< 0,5
	Persentase luas slot nozzle terhadap luas filter	> 4%	> 4%

(Sumber: SNI 6774-2008)

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 & A.F. Assomadi, 2012).

Tabel 2.13 Kriteria Perencanaan Filter Pasir Lambat

Kriteria	Nilai/keterangan
Kecepatan filtrasi	0,1-0,4 m/jam
Ukuran bed	Besar, 2000 m ²
Kedalaman bed	30 cm kerikil, 90-110 cm pasir, berkurang 50-80 cm saat pencucian
Ukuran pasir	Ukuran efektifitas 0,25-0,3 mm, uniformity coefficient 2-3
Distribusi ukuran media	Tidak terstratifikasi
Sistem underdrain	Sama dengan filter cepat atau batu kasar dan beton berlubang sebagai saluran utama
Kehilangan energi	6 cm saat awal, hingga 120 cm saat akhir
Filter run	20-60 hari
Metode pembersihan	Menggambil lapisan pasir di permukaan dan mencucinya
Air untuk pembersihan	0,2-0,6 % dari air tersaring
Pengelolaan pendahuluan	Biasanya tidak ada bila kekeruhan kurang dari 50 NTU
Biaya konstruksi	Relatif rendah
Biaya operasi	Relatif rendah
Biaya depresiasi	Relatif rendah

(Sumber: Schulz & D.A. Okun, 1984)

2.4.11 Desinfeksi

Salah satu persyaratan kualitas air minum adalah persyaratan mikrobiologis, (harus bebas mikroorganisme patogen). Desinfeksi ialah 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 adalah:

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

Adapun jenis-jenis disinfeksi yaitu sebagai berikut. Berikut adalah berbagai macam disinfeksi dengan metode yang berbeda-beda beserta penjelasannya:

1. Desinfeksi dengan Ozon

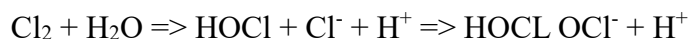
Ozon adalah zat pengoksidasi kuat sehingga dapat melakukan kerusakan bakteri antara 600–3000 lebih kuat dari klorin. Penggunaannya tidak dipengaruhi oleh pH air, sedangkan klorin sangat bergantung pada pH air. Mekanisme produksi ozon adalah eksitasi dan percepatan electron yang tidak beraturan dalam 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

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 kimia

Metode ini menggunakan bahan kimia yang dicampurkan daam air kemudia 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

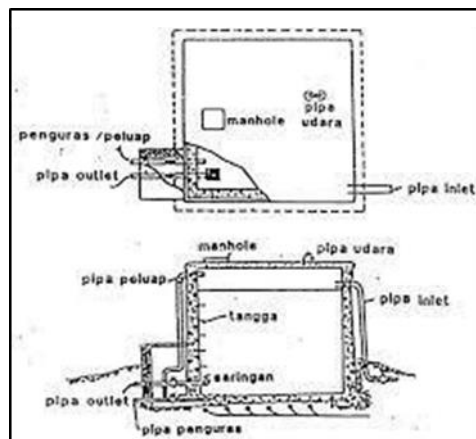
Metode ini bertujuan untuk mengoksidasi logam-logam, membunuh mikroorganisme seperti plankton dan juga membunuh spora dari lumut, jamur, dan alga. Konsentrasi yang diberikan adalah 2-3 gr/m³air, tergantung pada turbiditas air. Klorin digunakan karena memiliki kecepatan oksidasi lebih besar dari aerasi, dan mampu mengoksidasi besi yang berikatan dengan zat organik. pH yang baik pada 8-8,3 oksidasi besi membutuhkan waktu 15-30 menit. Pada umumnya proses

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

2.4.12 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. Sering kali untuk waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat selalu sama besarnya dengan debit pemakaian air. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air, maka kelebihan air tersebut untuk sementara disimpan dalam reservoir, dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air. Berdasarkan tinggi relative reservoir terhadap permukaan tanah sekitarnya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi 2 yaitu reservoir permukaan dan reservoir menara.

1. Reservoir Permukaan (*Ground Reservoir*)

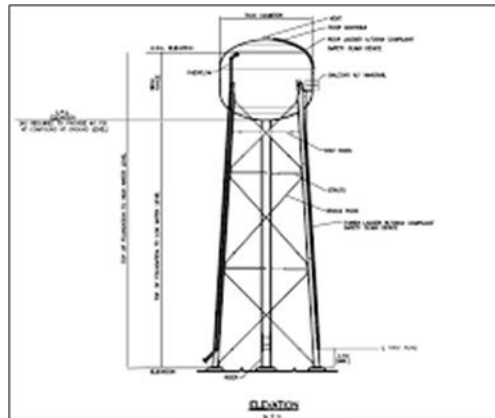


Gambar 2.4 Reservoir Permukaan

(Sumber: BPSDM PU, 2018)

Reservoir permukaan adalah penampung air yang sebagian besar atau seluruhnya berada di bawah permukaan tanah. Reservoir permukaan biasanya berbentuk bak atau tangki air yang ditanam di bawah tanah.

2. Reservoir Menara (*Elevated Reservoir*)

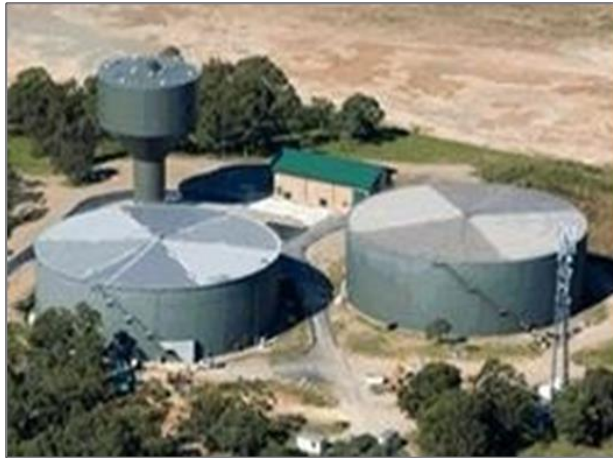


Gambar 2.5 Reservoir Menara

(Sumber : AED Design Requirements: Water Tanks & System Distribution, 2009)

Reservoir menara adalah reservoir yang seluruh bagian penampungan dari reservoir terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya. Berdasarkan bahan konstruksinya, reservoir menara dibagi menjadi empat yaitu reservoir bahan baja, beton cor, *fiber glass*, dan pasangan bata.

3. Reservoir Tangki Baja



Gambar 2.6 Reservoir Tangki Baja
(Sumber: BPSDM PU, 2018)

Banyak reservoir menara dan “*standpipe*” atau reservoir tanah yang dikonstruksi dari bahan baja dibaut atau dilas. Karena baja berisiko terhadap karat dan mudah menyerap panas, maka perlu dicat dan dilindungi dengan “*Cathodic Protection*”. Biasanya tangki baja jauh lebih murah dari beton.

4. 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 mahal.



Gambar 2.7 Reservoir Beton Cor

(Sumber: <https://aladintirta.blogspot.com>)

5. Reservoir *Fiberglass*

Penggunaan *fiberglass* sebagai bahan untuk membuat reservoir memiliki beberapa kelebihan yaitu beratnya yang ringan, tekstur dinding tangki kaku dan terlihat kuat. Namun, dari kelebihan yang dimiliki, adapun kekurangan yang dimiliki yaitu rentan terhadap benturan dan dinding tangki mudah retak, tidak tahan terhadap UV dan oksidasi bila terjemur sinar matahari.



Gambar 2.8 Reservoir *Fiberglass*

(Sumber: <https://shopee.co.id/Jual-Tangki-Air-Panel-Fiberglass-Tangki-Air-Kotak-Toren-Air-FRP-i.251940108.5437370986>)

6. Reservoir Pasangan Bata

Penggunaan bata merah sebagai bahan dinding reservoir sudah cukup lumrah digunakan karena material yang didapatkan sangat mudah. Selain itu, penggunaan batu bata memiliki kelebihan yaitu kuat, tahan lama, dan jarang terjadi keretakan. Namun, pasangan batu bata juga memiliki kekurangan yaitu sulitnya membuat pasangan batu bata yang rapi. Agar rapi, plesteran yang digunakan juga harus tebal agar menghasilkan dinding yang cukup rata dan kuat, selain itu biasanya juga terjadi kecenderungan pemborosan material.

2.5 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 2.14 Jenis Pengolahan Berdasarkan Parameter

No	Parameter	Unit Pengolahan	Sumber
1	pH	- Netralisasi	- Reynolds/Richards 2 nd , <i>Unit Opereations and Processess in Environmental Engineering</i> , page 130
2	Warna	- Sedimentasi - Filtrasi	- Droste, Ronald L. 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment</i> . hal 224
3	TSS	- Prasedimentas - Sedimentasi - Filtrasi	- Syed R. Qasim 1985, WWTP <i>Planning Design and Operation</i> . Page 52 - Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th, Hal 497 - Droste, 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment</i> . Halaman 224

No	Parameter	Unit Pengolahan	Sumber
4	TDS	- Sedimentasi - Filtrasi	- Reynolds/Richards 2nd, <i>Unit Opereations and Processess in Environmental Engineering</i>, page 233 - Droste, Ronald L, 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment</i>. Hal 224
5	BOD	- Prasedimentas - Sedimentasi - Filtrasi	- Syed R. Qasim, <i>Wastewater Treatment Plants Design and Operation</i> hal. 263 - Metcalf and Eddy, <i>Wastewater Engineering Treatment and Reuse</i> 4th, Hal 497 - Syed R. Qasim, <i>Wastewater Treatment Plants Design and Operation</i>
6	COD	- Aerasi - Sedimentasi - Filtrasi	- Cavaseno, V. (1987), "Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering", Hal 16 - Nelson. 2009. <i>Environmental Engineering: Water, Wastewater, Soil and Groundwater Treatment and Remediation</i> Sixth Edition. Hal 327 - Syed R. Qasim. 2000. <i>Wastewater Treatment Plants Design and Operation</i>
6	Fe	- Aerasi - Filtrasi	- Droste, 1997, <i>Theory and Practice of water and wastewater Treatment Chapter 9</i>, Hal 224

No	Parameter	Unit Pengolahan	Sumber
			- Reynolds/Richards 2 nd , <i>Unit Operations and Processes in Environmental Engineering</i> , page 316
7	Nitrat	- Aerasi - Filtrasi	- Asadiya Afiya, and Karnaningroem Nieke. 2018. "Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif." <i>Jurnal Teknik ITS</i> 7(1):18-22 - Ain, 2019, Kemampuan Media Filter Ion Exchange dalam Menurunkan Kadar Nitrat Air Sumur Gali di Daerah Kawasan Pesisir.)
8	Total Coliform	- Desinfeksi	- Droste, 1997, <i>Theory and Practice of water and wastewater Treatment Chapter 9</i> , Hal 224

2.6 Metode Proyeksi Penduduk

Dalam rangka perencanaan pembangunan di segala bidang, diperlukan informasi mengenai keadaan penduduk seperti jumlah penduduk, persebaran penduduk, dan susunan penduduk menurut umur. Informasi yang harus tersedia tidak hanya menyangkut keadaan pada saat perencanaan disusun, tetapi juga informasi masa lalu dan masa kini sudah tersedia dari hasil sensus dan survei-survei, sedangkan untuk masa yang akan datang, informasi tersebut perlu dibuat suatu proyeksi yaitu perkiraan jumlah penduduk dan komposisinya di masa mendatang. Proyeksi penduduk adalah perhitungan jumlah penduduk (menurut komposisi umur dan jenis kelamin) di masa yang akan datang berdasarkan asumsi arah perkembangan fertilitas, mortalitas dan migrasi. Dalam memproyeksikan

jumlah penduduk di masa yang akan datang dapat diprediksikan dengan menggunakan beberapa metode – metode. Diantaranya:

Metode Selisih Kuadrat Minimum (*Least Square*) Digunakan untuk garis regresi linear yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lampau menggambarkan kecenderungan garis linear, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Metoda ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara sumbu Y (jumlah penduduk) dengan sumbu X (tahun) dengan cara menarik garis linear antara data-data tersebut, dan meminimkan jumlah pangkat dua dari masing-masing penyimpangan jarak data-data dengan garis yang dibuat. Rumus yang digunakan (Smith et al., 2001):

$$P_n = a + bX$$

Dengan:

$$a = \frac{\sum y \cdot \sum x^2 - (\sum x \cdot \sum xy)}{n \cdot \sum x^2 - \sum x^2}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - (\sum x \cdot \sum y)}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Dimana:

P_n : Data penduduk pada tahun ke-n

X : Pertambahan tahun

y : Jumlah penduduk

n : Jumlah data

a, b : Konstanta

2.7 Profil Hidrolis

Profil hidrolis merupakan faktor penting demi terjadinya proses pengaliran air. Profil hidrolis digambarkan untuk mendapat tinggi muka air pada masing-masing unit. Profil hidrolis menunjukkan adanya kehilangan tekanan (*headloss*) yang terjadi akibat pengaliran pada bangunan. Beda tinggi tiap unit 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 didalam 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 D

Dengan monogram “*Hazen William*” Q atau V , diketahui maka S didapat dari monogram.

b. Kehilangan tekanan pada aksesoris

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. 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.
- d. 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

2.8.1 BOQ (Bill of Quantity)

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.

2.8.2 RAB (Rincian Anggaran Biaya)

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 perencana, 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 perencana tidak berlaku. Dengan kata lain BOQ tersebut menjadi rahasia oleh maincont, yang tidak perlu diketahui oleh subcont.