

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Baku

Air baku adalah air yang menjadi bahan baku utama air olahan untuk kegunaan tertentu. Kegunaan air baku terbesar adalah untuk air minum. Dalam PP Nomor 16 tahun 2005 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, air baku air minum dapat dari sumber air permukaan, cekungan air tanah, dan atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu.

2.1.1 Sumber Air Baku

Sumber air baku yang dapat diolah untuk digunakan sebagai air minum yaitu :

1) Air Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air selain air permukaan dan air hujan. Air tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air untuk kepentingan rumah tangga

2) Air Permukaan

Air permukaan merupakan air yang ada di permukaan, seperti rawa, danau, Sungai dan mata air. Umumnya air baku yang digunakan untuk pengolahan menggunakan air permukaan atau air Sungai dan air danau. Sebagai sumber air baku untuk air minum, maka air permukaan harus memenuhi standar kualitas dari air baku untuk air minum diantaranya pH, Oksigen terlarut, kandungan bakteri, kandungan zat padat, temperatur, dan parameter lainnya.

2.1.2 Pemilihan Sumber Air Baku

Menurut Droste (1997), dalam memilih sumber air baku ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

- 1) Kualitas air baku
- 2) Volume (kuantitas) air baku
- 3) Kondisi iklim di daerah sumber air baku
- 4) Lokasi sumber air baku harus tetap, tidak mengalami kemungkinan pindah atau tertutup
- 5) Konstruksi intake yang memenuhi syarat dan kesulitan yang kecil
- 6) Kemungkinan perluasan intake di masa yang akan datang
- 7) Elevasi muka air sumber mencukupi
- 8) Kemungkinan timbulnya pencemar di masa yang akan datang
- 9) Fasilitas dan biaya operasi dan perawatan yang tersedia mencukupi

2.2 Parameter Kualitas Air

Air minum merupakan air yang telah melalui proses pengolahan ataupun tanpa melalui proses pengolahan yang telah memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (PERMENKES RI, 2010). Dalam penyediaan air minum, selain memperhatikan kuantitas maka kualitasnya juga harus memenuhi standar atau baku mutu yang telah ditetapkan. Untuk mendapatkan gambaran yang nyata mengenai karakteristik air baku, maka perlu memperhatikan parameter kualitas air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Kualitas Air Minum, air minum harus memenuhi persyaratan fisika, kimiawi, radioaktif, dan mikrobiologis yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

Adapun parameter-parameter yang digunakan untuk pengujian kualitas air baku hingga menjadi air yang siap didistribusikan yaitu:

- a) Parameter Fisika
 - Kekeruhan

Kekeruhan merupakan sifat optik dari suatu larutan yang menyebabkan cahaya yang melaluinya terabsorpsi dan terbias. Air akan dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu

banyak partikel bahan yang tersuspensi, sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Air keruh yang tidak tembus pandang menyatakan bahwa air tersebut memiliki tingkat kekeruhan yang sangat tinggi sedangkan air yang tembus pandang memiliki kekeruhan yang rendah. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, pasir halus dan bahan-bahan organik. (Kautsar,2015).

- *Total Suspended Solid (TSS)*

Material padatan tersuspensi atau Total Suspended Solid (TSS) merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi heterogen, yang berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. TSS yang tinggi pun dapat menimbulkan dampak lain seperti nilai konsentrasi padatan tersuspensi total yang tinggi dapat menurunkan aktivitas fotosintesis tumbuhan laut baik yang mikro maupun makro sehingga oksigen yang dilepaskan tumbuhan menjadi berkurang dan mengakibatkan ikan-ikan menjadi mati. Sehingga apabila konsentrasi TSS yang ada pada badan sungai terus bertambah dan mengalir ke lautan lepas dalam jangka waktu yang lama dapat menurunkan kualitas perairan. (Jiyah,2017).

- *Total Dissolved Solid (TDS)*

Salah satu faktor penting dalam menentukan kelayakan air untuk dikonsumsi manusia adalah kandungan TDS (*total dissolved solid*) dalam air. TDS adalah jumlah zat padat terlarut baik berupa ion-ion organik, senyawa, maupun koloid didalam air. Konsentrasi TDS yang terionisasi dalam suatu zat cair mempengaruhi konduktivitas listrik zat cair tersebut. Makin tinggi konsentrasi TDS yang terionisasi dalam air, makin besar konduktivitas listrik larutan tersebut. Sementara konsentrasi TDS juga dipengaruhi oleh temperatur. Konsentrasi TDS dalam air minum melebihi batas ambang yang diperbolehkan dapat

membahayakan kesehatan karena dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada ginjal. air minum yang layak dikonsumsi memiliki kadar TDS < 300 ppm (parts per million). Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010 menyatakan standar TDS maksimum yang diperbolehkan adalah 500 mg/liter atau 500 ppm.(Ronaldi,2015)

- Suhu

Suhu air yang baik menurut baku mutu yang telah ditetapkan dalam PerMenKes No. 416 Tahun 1990 adalah $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Suhu air yang tidak sesuai dengan baku mutu menunjukkan indikasi adanya bahan kimia terlarut dalam jumlah yang cukup besar atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (Mairizki 2017). Suhu memiliki pengaruh yang besar terhadap kelarutan oksigen, semakin tinggi suhu air, kandungan oksigen di dalam air tersebut akan semakin berkurang (Ningrum 2018).

- pH

Derajat keasaman atau pH merupakan standar yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda dalam bentuk suatu nilai. pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. pH normal memiliki nilai 7, bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ memiliki sifat keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Pengukuran pH dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur. pH suatu larutan dapat ditentukan dengan indikator pH seperti kertas lakmus atau dengan pH meter. Istilah pH (power Hydrogen) berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Sehingga pH juga dapat dikatakan sebagai negatif logaritma dari aktifitas ion Hidrogen (H). Jika konsentrasi $[\text{H}^+]$ lebih banyak dari $[\text{OH}^-]$, maka material tersebut

bersifat asam. Namun jika konsentrasi $[\text{OH}^-]$ lebih besar daripada $[\text{H}^+]$, maka material tersebut bersifat basa. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perubahan nilai pH. Pada tanah, nilai pH dapat dipengaruhi karena adanya pengaruh cuaca, mineral yang terkandung dan tekstur tanah yang tak dapat diubah. Sedangkan pada air, nilai pH dipengaruhi karena faktor alam seperti material karbonat, partikel seperti api bahkan petir. selain itu pH air juga dapat dipengaruhi oleh ulah manusia seperti presipitasi dengan campuran Nitrogen Oksida (NO_x) maupun Sulfur Oksida (SO_x), hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti pabrik dan kendaraan yang menyebabkan emisi polutan seperti CO_2 di atmosfer. (Avryan dkk, 2019).

b) Parameter Kimia

- *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Biological Oxygen Demand (BOD) merupakan kuantitas oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengurai bahan organik yang terdapat di dalam air secara sempurna dengan menggunakan ukuran proses biologi dan kimia yang terjadi di perairan. Kebutuhan oksigen biologis (*Biological Oxygen Demand*) merupakan parameter kimia yang berfungsi untuk mengetahui kualitas perairan. Nilai BOD sangat penting sebagai indikator kualitas perairan di Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. Kandungan BOD yang tinggi menandakan minimnya oksigen terlarut yang terdapat di dalam perairan, kondisi tersebut akan berdampak terhadap kematian organisme perairan seperti ikan akibat kekurangan oksigen terlarut. (Tamamu dkk, 2020).

- *Chemical Oxygen Demand*

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi. Limbah rumah tangga dan industri merupakan sumber utama limbah organik dan merupakan penyebab utama tingginya

konsentrasi COD, selain itu limbah peternakan juga menjadi penyebab tingginya konsentrasi COD.

c) Mikrobiologi

Escherichia coli merupakan bakteri Gram negatif, kokobasil dengan ukuran $2.4 \times 0.4 - 0.7 \mu\text{m}$, memiliki flagela petritikus sehingga bersifat motil, dan tidak dapat membentuk spora. Bakteri ini termasuk flora normal manusia, namun dapat menyebabkan penyakit yang serius seperti hemolytic uremic syndrome (HUS), hemorrhagic colitis (HC), keracunan makanan, dan diare. Bakteri ini menyebabkan infeksi saluran pencernaan manusia mencapai lebih dari delapan juta penduduk Amerika dengan 0.1 juta kasus pertahun mengakibatkan sepsis. *E. coli* sering mengkontaminasi makanan dan minuman sehingga dijadikan sebagai indikator pencemaran bakteri patogen untuk konsumsi manusia. Makanan ringan seperti cilok, tempura, dan gorengan merupakan makanan yang sering dikonsumsi oleh penduduk perkotaan untuk menghilangkan rasa lapar secara sementara. Disamping itu, *E. coli* juga sering sulit dalam hal pengobatan infeksinya dikarenakan kemampuannya dalam memproduksi enzim extended spectrum beta lactamases (ESBLs). ESBLs merupakan enzim yang mampu menghidrolisis antibiotik golongan beta laktam generasi ketiga, dan keempat, serta monobaktam (aztreonam). (Yulianto,2019).

2.3 Unit Instalasi Pengolahan Air Minum

2.3.1 Intake dan Barscreen

Intake adalah bangunan penangkap air dari sumber air baku yang berasal dari air permukaan (sungai atau danau). Fungsinya adalah untuk mengambil air baku dari air permukaan dan dialirkan ke unit-unit pengolahan. Bangunan *intake* menurut cara pengambilannya dibedakan menjadi dua jenis pembagiannya, yaitu terbagi dua (Kawamura, 1991):

1. *Intake* Gravitasi

Intake gravitasi adalah bangunan penangkap air dari sumber yang

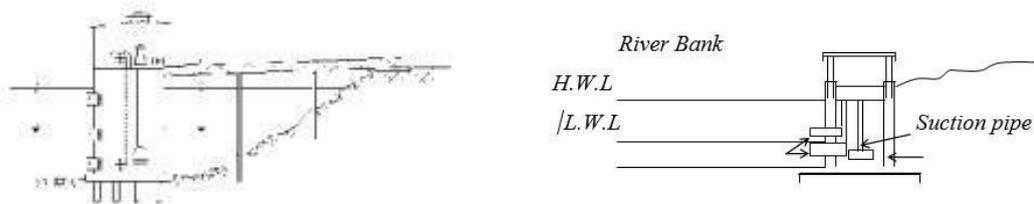
menggunakan prinsip gravitasi.

2. *Intake* Pemompaan

Intake pemompaan adalah bangunan penangkap air dari sumber yang menggunakan bantuan pompa. Selain itu berdasarkan sumber air permukaannya, bangunan *intake* juga dapat 6 dibagi atas (Kawamura, 1991). Salah satu *intake* yang digunakan yaitu *river intake*. Kriteria pemilihan lokasi *river intake* adalah sebagai berikut:

- a) Kualitas dan kuantitas air;
- b) Kemungkinan perubahan yang terjadi;
- c) Minimasi efek negatif;
- d) Adanya akses yang baik guna perawatan perbaikan (maintenance);
- e) Adanya tempat bagi kendaraan;
- f) Adanya lahan guna penambahan fasilitas pada masa yang akandatang;
- g) Efek terhadap kehidupan aquatik di sekitarnya;
- h) Kondisi geologis.

Biasanya intake sungai diletakan di pinggir sungai. Lokasi perletakan intake dipilih pada daerah belokan sungai guna menghindari penumpukan sedimen. Tipe konstruksi intake yang digunakan umumnya pada intake sungai digunakan tipe shore intake. Selain itu ada juga yang menggunakan tower intake, siphone well intake, suspended intake, dan floating intake



Gambar 2.1 Shore Intake dan River Intake

Bar Screen

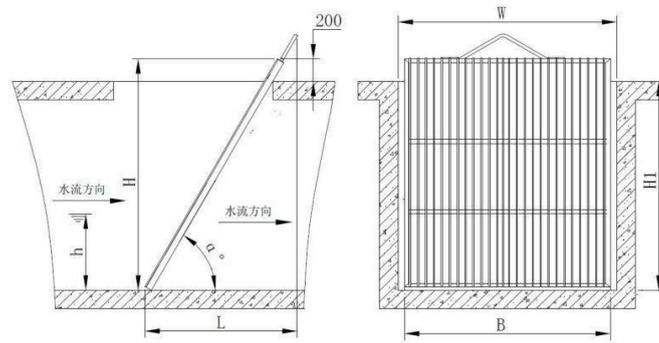
Pada umumnya screen dilakukan pada tahap awal dalam pengolahan. Saringan sebagai penggunaan umum dapat dipakai untuk memisahkan berbagaimacam benda padat dengan ukuran besar yang terdapat pada air baku, misalnya seperti kertas, plastik, kayu dan lainnya. Screen atau saringan dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu saringan kasar (coarse screen) dan saringan halus (fine screen). 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,2017).

Bar screen terdiri dari batang baja yang dilas pada kedua ujungnya terhadap dua batang baja horizontal. Penggolongan bar screen yaitu saringan kasar, saringan halus dan saringan sedang yang tergantung berdasarkan jarak antar batang (bar). Saringan halus memiliki rentang jarak antar batang 1,5-13 mm, saringan sedang memiliki rentang jarak antar batang 13-25 mm, dan saringan kasar jarak antar batang 32-100 mm.

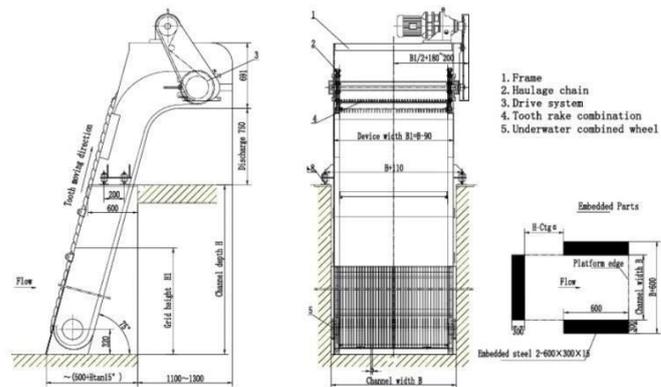
Saringan halus terdiri atas fixed screen dan movable screen. Fixed atau static screen dipasang permanen dengan posisi vertikal, miring atau horizontal. Movable screen harus dibersihkan secara berkala. Beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam merencanakan bar screen antara lain adalah : (Said, 2017)

- a) Kecepatan atau kapasitas rencana
- b) Jarak antar bar
- c) Ukuran bar (batang)
- d) Sudut inklinasi
- e) *Headloss* yang diperbolehkan (Said, 2017)

Dalam pengolahan air limbah, screen digunakan untuk melindungi pompa, valve, saluran pipa, dan peralatan lainnya dari kerusakan atau tersumbat oleh benda-benda tersebut. Bar screen terbagi lagi menjadi dua, yaitu secara manual maupun mekanik.



Gambar 2.2 Manual Bar Screen



Gambar 2.3 Mechanical Bar Screen

Tabel 2.1 Kriteria Screen

Parameter	U.S Unit			SI Unit		
	Unit	Metode Pembersihan		Unit	Metode Pembersihan	
		Manual	Mekanis		Manual	Mekanis
Ukuran batang :						
- lebar	in	0.2 – 0.6	0.2 – 0.6	mm	5 – 15	5 - 15
- kedalaman	in	1.0 – 1.5	1.0 – 1.5	mm	25 – 38	25 – 38
Jarak antar –batang	in	1.0 – 2.0	0.6 – 3.0	mm	25 – 50	15 – 75
<i>Slope</i> dari –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
<i>Head</i> yang- diijinkan	in	6	6 - 24	mm	150	150 - 600

(Sumber: *Metcalf and Eddy WWET, and Reuse 4th edition, 2004*)

2.3.2 Prasedimentasi

Prasedimentasi adalah bangunan awal dalam pengolahan air bersih. Bangunan ini memiliki fungsi sebagai tempat proses pengendapan partikel diskrit seperti pasir, kotoran yang terbawa oleh air, dan zat-zat padat lainnya. Prasedimentasi juga bisa disebut sebagai plain sedimentation karena prosesnya tergantung pada gravitasi dan tidak termasuk koagulasi dan flokulasi. Karena itu prasedimentasi merupakan proses pengendapan secara gravitasi sederhana tanpa campuran bahan kimia koagulan.

Prasedimentasi terdiri dari 4 ruang (zona) yaitu inlet zone, settlingzone, sludge zone, dan outlet zone. Inlet zone merupakan lubang tempat masuknya aliran air ke dalam Sedimentation Basin yang berfungsi untuk membagi atau mendistribusikan aliran air secara merata ke seluruh bagian Sedimentation Basin Selanjutnya, terdapat settling zone yang merupakan ruang pengendapan, berfungsi sebagai tempat turunnya partikel tersuspensi berdasarkan gaya gravitasi dan densitas partikel. Dilanjutkan dengan sludge zone atau ruang lumpur tempat akumulasi padatan atau kotoran hasil pengendapan, dan outlet zone yang berfungsi sebagai saluran keluarnya air bebas flok dari seluruh bagian basin

Ada beberapa macam prasedimentasi yang sering digunakan. Berdasarkan bentuk dan sistem kerjanya prasedimentasi dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu : rectangular, circular dan prasedimentasi

pengendapan secara alami. Proses prasedimentasi yaitu : pengendapan partikel diskrit seperti pasir, lempung, dan zat-zat padat lainnya yang bisa mengendap secara gravitasi. Prasedimentasi bisa juga disebut sebagai plain sedimentation karena prosesnya bergantung dari gravitasi dan tidak termasuk koagulasi dan flokulasi. Dalam hal ini prasedimentasi merupakan proses pengendapan secara gravitasi sederhana tanpa campuran bahan kimia koagulan. Tujuan dari pengendapan yaitu untuk memisahkan antara kotoran dan lumpur dengan air baku. serta meringankan beban kerja unit filter dan memperpanjang lamanya kerja filter.

2.3.3 Aerasi

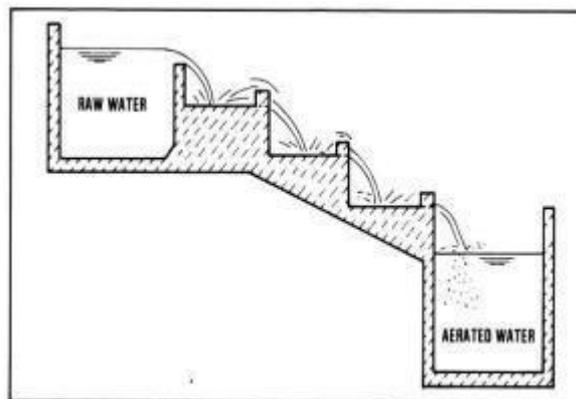
Aerasi adalah penambahan oksigen ke dalam air sehingga oksigen terlarut di dalam air semakin tinggi. Pada prinsipnya aerasi itu mencampurkan air dengan udara atau bahan lain sehingga air yang beroksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Aerasi termasuk pengolahan secara fisika, karena lebih mengutamakan unsur mekanisasi dari pada unsur biologi. Aerasi merupakan proses pengolahan dimana air dibuat mengalami kontak erat dengan udara dengan tujuan meningkatkan kandungan oksigen dalam air tersebut. Dengan meningkatnya oksigen zat-zat mudah menguap seperti hidrogen sulfide dan metana yang mempengaruhi rasa dan bau dapat dihilangkan. Kandungan karbondioksida dalam air akan berkurang. Mineral yang larut seperti besi dan mangan akan teroksidasi membentuk endapan yang dapat dihilangkan dengan sedimentasi dan filtrasi. Proses aerasi merupakan peristiwa terlarutnya oksigen di dalam air. Efektifitas dari aerasi tergantung dari seberapa luas dari permukaan air yang bersinggungan langsung dengan udara. Fungsi utama aerasi adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air, serta membantu pengadukan air. Aerasi dapat dipergunakan untuk menghilangkan kandungan gas terlarut, oksidasi besi dan mangan dalam air, mereduksi ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi. Proses aerasi sangat penting terutama pada pengolahan limbah yang proses pengolahannya memanfaatkan bakteri aerob. Bakteri aerob adalah kelompok

bakteri yang mutlak memerlukan oksigen bebas untuk proses metabolismenya. {Jurnal Kesehatan Masyarakat. Dengan tersedianya oksigen yang mencukupi selama proses biologi, maka bakteri-bakteri tersebut dapat bekerja dengan optimal. Hal ini akan bermanfaat dalam penurunan konsentrasi zat organik di dalam air limbah. Selain diperlukan untuk proses metabolisme bakteri aerob, kehadiran oksigen juga bermanfaat untuk proses oksidasi senyawa-senyawa kimia di dalam air limbah serta untuk menghilangkan bau. Aerasi dapat dilakukan secara alami, difusi, maupun mekanik. Aerasi alami merupakan kontak antara air dan udara yang terjadi karena pergerakan air secara alami.. (Dewi,dkk, 2019).

Adapun jenis- jenis metode aerasi yaitu:

- Cascade Aerator

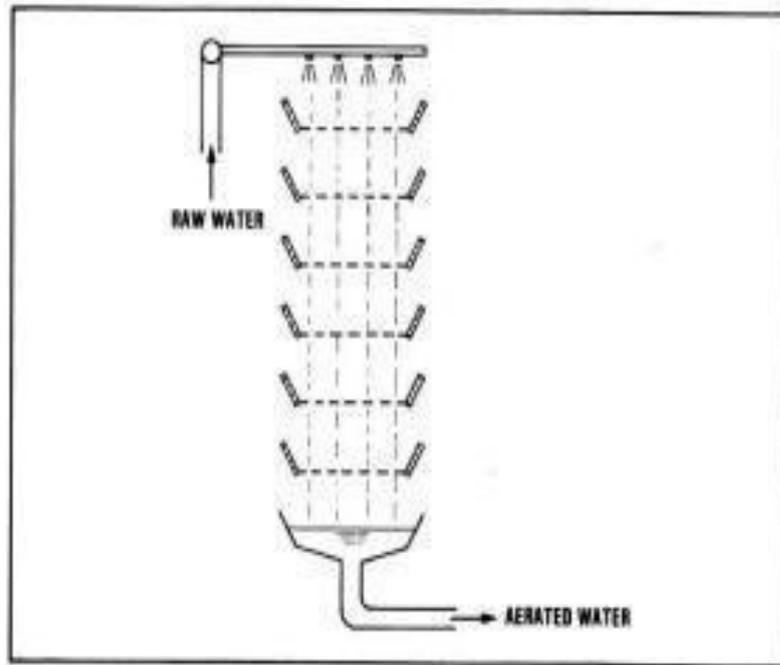
Aerator jenis ini terdiri atas 4-6 step atau tangga. Setiap step memiliki ketinggian kira-kira 30 cm dengan kapasitas kira-kira ketebalan 0,01 m³/detik per meter persegi. Untuk menghilangkan gerak putaran (turbulence) guna menaikkan efisien aerasi, hambatan sering ditepi peralatan pada setiap step. Dibandingkan dengan tray aerators, ruang yang diperlukan bagi aerator ini lebih besar tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lainnya adalah tidak memerlukan pemeliharaan.



Gambar 2.4 Cascade Aerator

- Waterfalls Aerator

Seperti yang terlihat pada gambar, pengolahan aerasi dengan metode Waterfall atau Multiple Aerator memiliki susunan yang sangat sederhana dan tidak mahal serta hanya memerlukan ruang yang kecil.

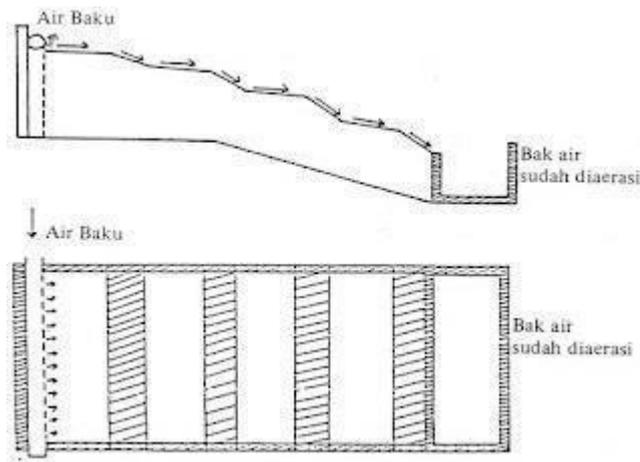


Gambar 2.5 Multiple-tray aerator

Jenis aerator terdiri atas 4 hingga 8 tray dengan dasarnya penuh lubang-lubang pada jarak 30 – 50 cm. Air dibagi rata melalui pipa berlubang ke atas tray, dari sini percikan-percikan kecil akan turun kebawah dengan kecepatan kira-kira 0,02 m/detik per m² permukaan tray. Tetesan kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap tray berikutnya. Tray-tray ini dapat dibuat dengan bahan yang cocok seperti lempengan absetos cement berlubang-lubang, pipa plastik berdiameter kecil atau lempengan kayu yang terbuat paralel.

- Submerged Cascade Aerator

Aerasi tangga aerator ini penangkapan udaranya terjadi saat air terjun dari lempengan trap yang membawanya. Oksigen kemudian dipindahkan dari gelembung udara ke dalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi dalam 3-5 step. Kapasitas bervariasi antara 0,005 dan 05 m³/detik per meter persegi.

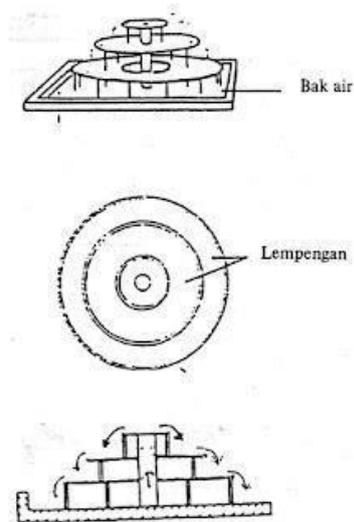


Gambar 2.6 Aerasi tangga aerator

(Sumber: Agus Herdiana, 2016)

- Multiple Plat Form Aerator

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

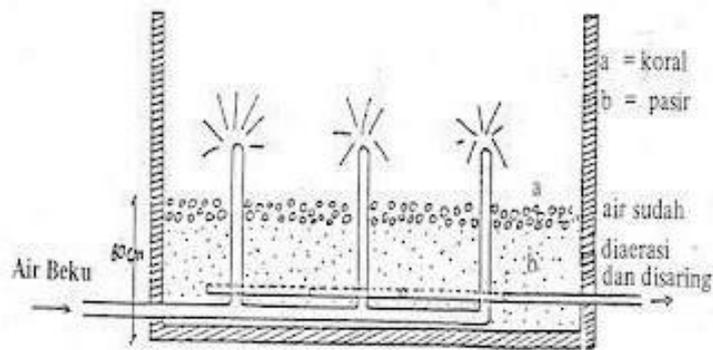


Gambar 2.7 Multiple Plat Aerator

(Sumber: Agus Herdiana, 2016)

- Spray Aerator

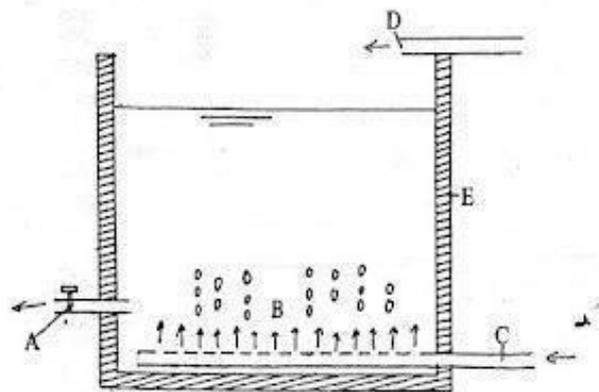
Aerator jenis ini terdiri atas nosel penyemprot yang tidak bergerak dandihubungkan dengan kisi lempengan dimana air disemprotkan ke udara disekeliling dengan kecepatan 5-7 m/detik. Spray aerator sederhana dapat dilihat pada gambar, dengan pengeluaran air ke arah bawah melalui batang pendek dari pipa dengan panjang 25 cm dan diameter 15-20 mm. Piringan melingkar ditempatkan beberapa centimeter di bawah setiap ujung pipa, sehingga dapat berbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi tetesan yang halus. Nosel untuk spray aerator memiliki bermacam-macam bentuk, ada juga nosel yang dapat berputar.



Gambar 2.8 Spray Aerator (Sumber: Agus Herdiana, 2016)

- Bubble Aerator

Jumlah udara yang dibutuhkan untuk aerasi gelembung udara tidak lebih dari 0,3-0,5 m³ udara/m³ air dan volume ini dengan mudah dapat dinaikkan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan dari dasar bak air yang digunakan.



Gambar 2.9 Bubble Aerator (Sumber: Agus Herdiana, 2016)

- Multiple-Tray Aerator

Terdiri dari suatu rangkaian bak yang tersusun seperti rak (tray) dan dilubangi dibagian dasar. Air dialirkan dari puncak berupa air terjun kecil yang kemudian didistribusikan secara merata pada setiap rak (tray) dan kemudian dikumpulkan pada suatu bak di bagian dasarnya. Pemerataan distribusi air di

atas tray sangat penting agar diperoleh efisiensi perpindahan gas secara maksimum. Media kasar seperti arang, batu atau bola keramik dengan ukuran berkisar antara 2-6 inch (5-15 cm) sangat penting untuk digunakan. Hal tersebut karena dapat meningkatkan efisiensi pertukaran gas, sebagai efek katalis dari mangan oksida.

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

2.3.4 Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi

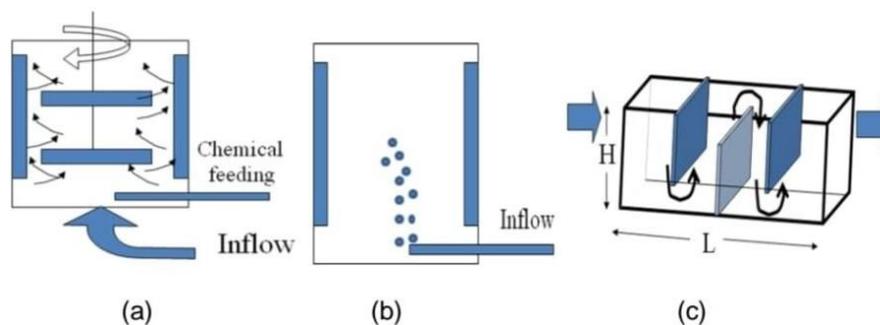
Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid dengan cara penambahan senyawa kimia yang disebut koagulan. Koloid mempunyai ukuran tertentu sehingga gaya Tarik menarik antara partikel lebih kecil daripada gaya tolak menolak akibat muatan listrik. Pada kondisi stabil penggumpalan partikel tidak terjadi dan Gerakan brown menyebabkan partikel tetap menjadi suspensi. Melalui koagulasi maka akan terjadi destabilisasi sehingga partikel koloid menyatu dan menjadi besar, sehingga partikel koloid yang awalnya sulit dipisahkan dari air menjadi mudah dipisahkan dengan menambahkan flokulasi dan sedimentasi (Said, 2017).

Proses destabilisasi terjadi salah satunya akibat dari pengadukan cepat, pengadukan cepat bertujuan agar menghasilkan turbulensi pada air sehingga bahan kimia (koagulan) dapat didispersikan kedalam air. Secara umum pengadukan cepat ialah pengadukan yang dilakukan dengan gradien kecepatan yang besar (300 sampai 1000/s) selama 5 hingga 60 detik yang bergantung pada maksud serta tujuan dari pengadukan itu sendiri (Masduqi, 2016).

Menurut caranya, pengadukan cepat dibagi menjadi tiga cara, yaitu pengadukan mekanis, pengadukan hidraulis, dan pengadukan pneumatis.

Pengadukan mekanis adalah metode pengadukan dengan memakai peralatan mekanis yang terdiri dari motor, poros pengaduk, dan alat pengaduk yang digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Pengadukan hidraulis adalah pengadukan yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga pengadukan yang dihasilkan dari energi hidraulis dari suatu aliran hidraulis yang dapat berupa energigesek, energi potensial (jatuhan) atau lompatan hidraulis pada suatu aliran.

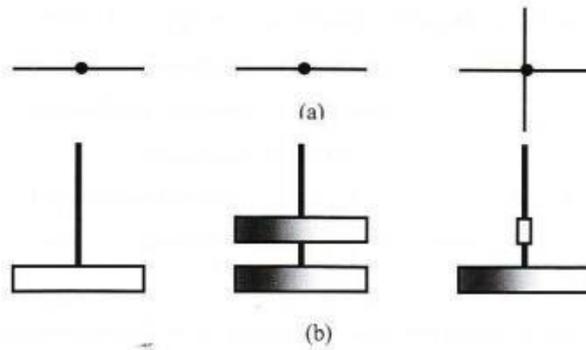
Sedangkan pengadukan pneumatis merupakan pengadukan yang memakai udara (gas) berbentuk gelembung sebagai tenaga pengadukan (Masduqi, 2016).



Gambar 2.10 (a) Pengadukan Mekanis, (b) Pengadukan Pneumatis, (c)

Baffle Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga

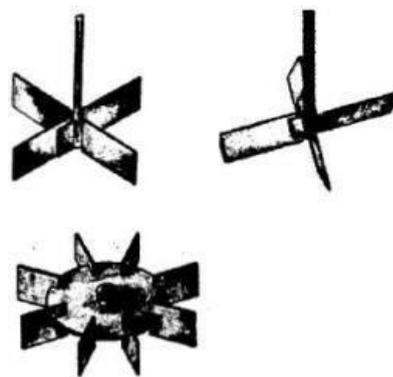
listrik, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle* (pedal), *turbine*, dan *propeller* (balung-balung). Bentuk ketiga impeller dapat dilihat pada **Gambar 11**, **Gambar 12**, dan **Gambar 13**. Kriteria *impeller* dapat dilihat pada **tabel 2**. Faktor penting dalam perancangan alat pengaduk mekanis adalah dua parameter pengadukan yaitu G dan td . **Tabel 3** dapat dijadikan patokan untuk menentukan G dan td . Sedangkan untuk menghitung besarnya tenaga (*power*) yang dibutuhkan, perlu memperhatikan jenis impeller yang digunakan dan nilai konstanta KL dan KT yang dapat dilihat pada **Tabel 4**.



Gambar 2.11 Tipe Paddle Tampak Atas dan Samping

(a) Tampak Atas, (b) Tampak Samping

(Sumber : Masduqi & Assomadi, 2012 hal 112)



Gambar 2.12 Tipe Paddle

(a) *turbine* blade lurus, (b) *turbine* blade dengan piringan,

(c) *turbine* dengan *blade* menyerong

(Sumber : Qasim, et all., 200)



Gambar 2.13 Tipe Propeller

(a) propeller 2 blade, (b) propeller 3 blade

(Sumber : Qasim, et all., 200)

Tabel 2.2 Kriteria Impeller

Tipe Impeller	Kecepatan Putaran	Dimensi	Keterangan
<i>Paddle</i>	20-150 rpm	diameter: 50-80% lebar bak lebar: 1/6 – 1/10 diameter <i>paddle</i>	-
<i>Turbine</i>	10-150 rpm	diameter: 30-50% lebar bak	-
<i>Propeller</i>	00-1750 rpm	diameter: maks. 45 cm	Jumlah pitch 1-2 buah

(Sumber : Reynolds & Richards. 1996. Halaman 185)

Tabel 2.3 Nilai Waktu Pengadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan

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

(Sumber : Reynolds & Richards. 1996. Halaman 184)

Tabel 2.4 Konstanta KL dan KT untuk Tangki Bersekat

Jenis Impeller	KL	KT
Propeller, Pitch of 1, 3 blades	41	0.32
Propeller, Pitch of 2, 3 blades	43.5	1

Turbine, 4 flat blades, vaned disc	60	5.31
Turbine, 6 flat blades, vaned disc	65	5.75
Turbine, 6 curved blades	70	4.80
Fan turbine, 6 blades at 45*	70	1.65
Shrouded turbine, 6 curved blades	97.5	1.08
Shrouded turbine, with stator, no baffles	172.5	1.12
Flat paddles, 2 blades (single paddle), $D_i/W_i = 4$	43	2.25
Flat paddles, 2 blades, $D_i/W_i = 6$	36.5	1.70
Flat paddles, 2 blades, $D_i/W_i = 8$	33	1.15
Flat paddles, 4 blades, $D_i/W_i = 6$	49	2.75
Flat paddles, 6 blades, $D_i/W_i = 6$	71	3.82

(Sumber: Reynold, *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. Page 188)

Bahan kimia yang biasanya dipakai untuk proses koagulasi umumnya dibagimenjadi tiga golongan, yaitu zat koagulan, zat alkali dan zat pembantu koagulan. Zat koagulan dipakai untuk menggumpalkan partikel yang tersuspensi, zat warna, koloid dan lain-lain agar membentuk gumpalan partikel yang besar (flok). Sedangkan zat alkali dan zat pembantu koagulan berfungsi untuk mengatur pH

agar kondisi air baku dapat menunjang proses flokulasi, serta membantu agar pembentukan flok dapat berjalan lebih efisien (Said, 2017).

Beberapa macam koagulan yang sering digunakan dalam proses penjernihan air adalah Poly Aluminium Chloride (PAC), aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), ferri klorida ($FeCl_3$), dan ferri sulfat ($Fe_2(SO_4)_3$). Pada umumnya koagulan yang paling sering digunakan oleh masyarakat adalah aluminium sulfat atau yang lebih dikenal dengan tawas (Budiman, Hidarso, et al, 2008) Adapun beberapa keuntungan dari penggunaan koagulan-koagulan diatas.

1. *Poly Aluminium Chloride* (PAC)

PAC adalah garam khusus pada pembuatan aluminium klorida yang mampu memberikan daya koagulasi dan flokulasi yang lebih kuat daripada aluminium yang biasa dan garam-garam besi seperti aluminium sulfat atau ferri klorida. Kegunaan dari PAC adalah sebagai koagulan atau flokulan untuk menguraikan larutan yang keruh dan menggumpalkan partikel, sehingga memungkinkan untuk memisah dari medium larutannya. Keuntungan penggunaan PAC sebagai koagulan dalam proses penjernihan air yaitu korosivitasnya rendah karena PAC adalah koagulan bebas sulfat sehingga aman dan mudah dalam penyimpanan dan transportasinya dan penggunaan PAC sebagai koagulan tidak menyebabkan penurunan pH yang cukup tajam.

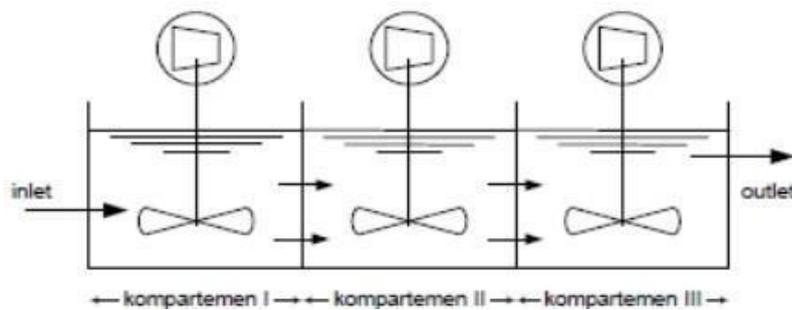
2. Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$)

Biasanya disebut tawas, bahan ini sering dipakai karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Tawas berbentuk kristal atau bubuk putih, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, tidak mudah terbakar, ekonomis, mudah didapat dan mudah disimpan. Penggunaan tawas memiliki keuntungan yaitu harga relatif murah dan sudah dikenal luas oleh operator water treatment. Namun ada juga kerugiannya, yaitu umumnya dipasok dalam bentuk padatan sehingga perlu waktu yang lama untuk proses pelarutan.

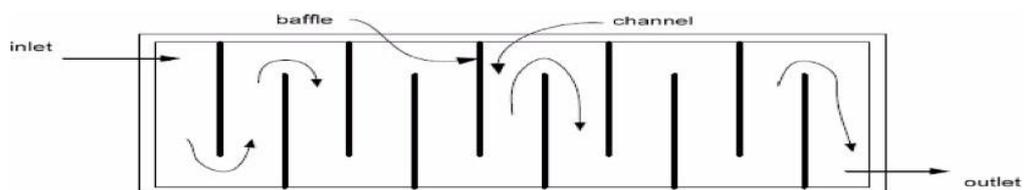
Flokulasi

Pada hakikatnya flokulator adalah kombinasi antara pencampuran dan pengadukan sehingga flok-flok halus yang terbentuk pada bak pencampur cepat akan saling bertumbukan dengan partikel-partikel kotoran atau flok-flok yang lain sehingga terjadi gumpalan-gumpalan flok yang semakin besar (Said, 2017).

Proses flokulasi berfungsi untuk membentuk flok-flok agar menjadi besar dan stabil sehingga dapat diendapkan dengan mudah atau disaring. Untuk proses pengendapan dan penyaringan, partikel-partikel kotoran halus maupun koloid yang ada dalam air baku harus digumpalkan menjadi flok-flok yang cukup besar dan kuat untuk diendapkan atau disaring. Proses pembentukan flok dimulai dari proses koagulasi sehingga terbentuk flok-flok yang masih halus. Flok tersebut kemudian akan saling bertumbukan dengan sesama flok atau dengan partikel kotoran yang ada dalam air baku sehingga akan menggabungkan membentuk gumpalan flok yang besar sehingga mudah mengendap. Umumnya pengadukan lambat dapat berupa pengadukan mekanis dengan memakai *impeller* atau berupa pengadukan hidraulis dengan *baffle channel* (Said, 2017).



Gambar 2.14 Pengadukan Lambat secara Mekanis



Gambar 2.15 Pengadukan Lambat secara Hidraulis

Dalam proses flokulasi beberapa hal berikut perlu diperhatikan:
(Said,2017).

1. Proses flokulasi harus sesuai dengan cara pengadukan yang dilakukan agar pembentukan flok dapat berjalan dengan baik dan efektif
2. Kecepatan pengadukan didalam bak flokulator harus bertahap dan kecepatannya semakin pelan ke arah aliran keluar
3. Waktu pengadukan rata-rata 20-40 menit
4. Perencanaan peralatan pengadukan didasarkan pada perhitungan gradien kecepatan dalam bak flokulator.

2.3.5 Sedimentasi

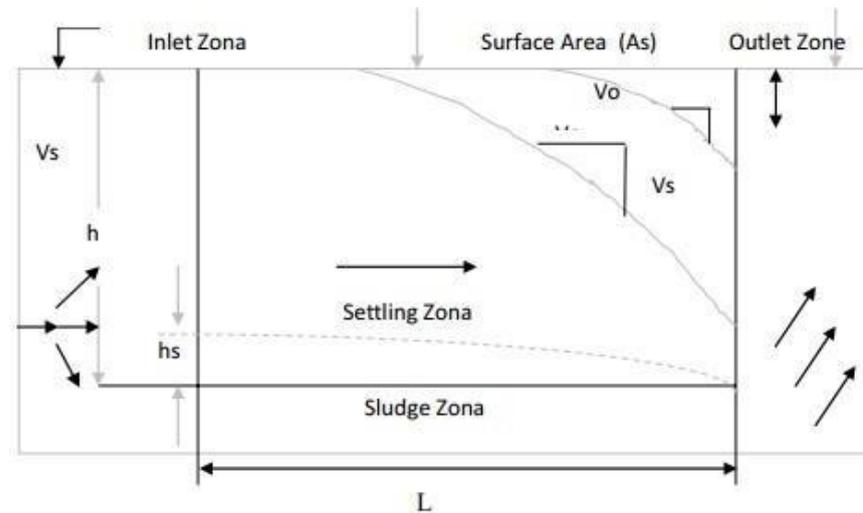
Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut. Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan air minum. Aplikasi utama dari sedimentasi pada instalasi pengolahan air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

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

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

- 1) Pengendapan Tipe I (*Free Settling*)
- 2) Pengendapan Tipe II (*Flocculent Settling*)
- 3) Pengendapan Tipe III (*Zone/Hindered Settling*)

4) Pengendapan Tipe IV (*Compression Settling*)

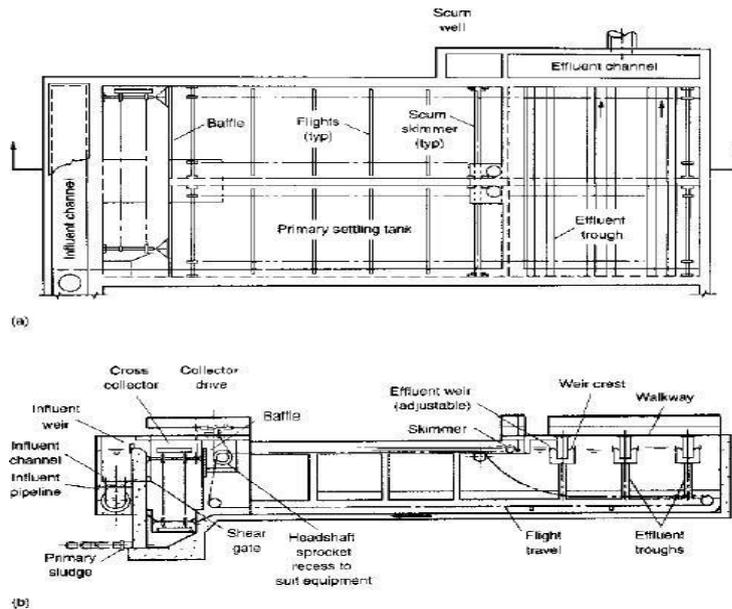


Gambar 2.16 Zona Pada Bak Sedimentasi

(Sumber : Al Layla. *Water Supplay Engineering Desain*)

Dimana pada setiap zona terjadi proses-proses sebagai berikut :

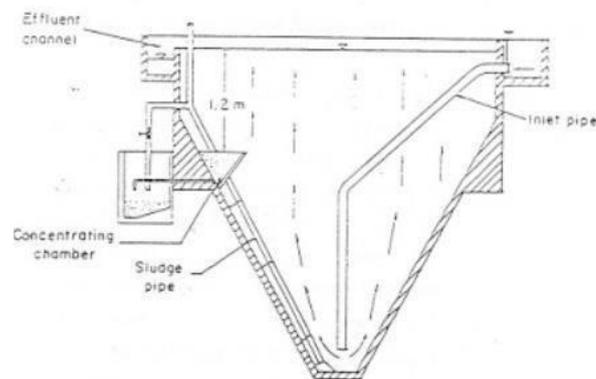
- Zona Inlet
Terjadi distribusi aliran yang menuju zona settling ($\pm 25\%$ panjang bak).
- Zona Settling
Terjadi proses pengendapan yang sesungguhnya.
- Zona Sludge
Sebagai ruang lumpur, dimana konfigurasi dan kedalamannya tergantung pada metode pengurasan dan jumlah endapan lumpur. Untuk partikel 75% mengendap pada $1/5$ volume bak.
- Zona Outlet
Pada zona ini dihasilkan air yang jernih tanpa suspensi yang ikut terbawa.



Gambar 2.17 Denah dan Potongan Sedimentasi Rectangular

(Sumber: Metcalf & Eddy. 2003)

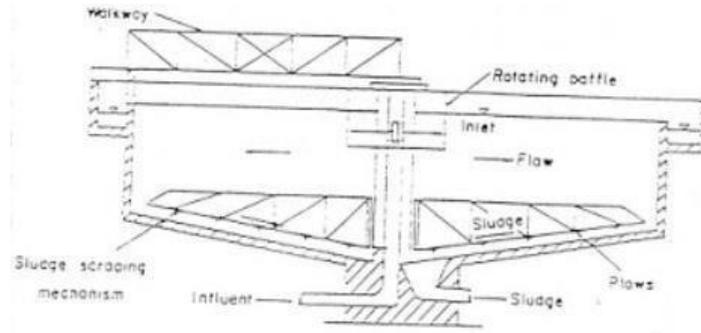
1. Lingkaran (*circular*) – *center feed*, dimana air masuk melalui pipamenuju inlet bak di bagian tengah bak dan kemudian mengalir secara horizontal dari inlet menuju outlet di sekeliling bak.



Gambar 2.18 Bak Sedimentasi Circular Center Feed

(Sumber : Metcalf & Eddy. 2003)

2. Lingkaran (*circular*) – *peripheral feed*, dimana air masuk melalui sekeliling lingkaran dan secara horizontal mengalir menuju ke outlet di bagian bawah lingkaran.



Gambar 2.19 Bak Sedimentasi Circular Peripheral Feed

(Sumber : Metcalf & Eddy. 2003)

Sedangkan menurut tipenya, sedimentasi dibagi menjadi :

1. Sedimentasi tipe 1 yang ditujukan untuk mengendapkan partikel diskrit
2. Sedimentasi tipe 2 yang ditujukan untuk mengendapkan partikel flokulen
3. Sedimentasi tipe 3 yang ditujukan untuk mengendapkan lumpur biologis
4. Sedimentasi tipe 4 yang ditujukan untuk memampatkan partikel yang telah mengendap akibat dari berat partikel

Bak sedimentasi memiliki 4 bagian utama, yaitu bagian inlet, zona pengendapan, ruang lumpur dan zona outlet. Zona inlet merupakan tempat air masuk kedalam bak. Zona pengendapan merupakan tempat flok atau partikel mengalami proses pengendapan, ruang lumpur merupakan tempat lumpur mengumpul sebelum keluar bak. Zona outlet merupakan tempat dimana air akan meninggalkan bak yang biasanya berbentuk pelimpah (*weir*) (Masduqi, 2016).

Untuk pengolahan air minum, sedimentasi yang umum digunakan yaitu sedimentasi tipe 2. Sedimentasi tipe 2 merupakan pengendapan partikel flokulan dalam air, dimana selama pengendapan terjadi saling interaksi antar partikel. sehingga ukuran flok akan semakin besar dan pada akhirnya akan mengendap (Masduqi, 2016).

Tabel 2.5 Kriteria Perencanaan Sedimentasi Tipe 2

<i>Item</i>	<i>U.S customary units</i>			<i>S.I units</i>		
	<i>Unit</i>	<i>Rentang</i>	<i>Typical</i>	<i>Unit</i>	<i>Rentang</i>	<i>Typical</i>
<i>Primary sedimentation tanks followed by secondary treatment</i>						
Waktu tinggal	Jam	1,2-1,2	2	Jam	1,5-1,2	2
Kecepatan alir						
Rata-rata	Gal/ft ² s	800-1200	1000	m ³ /m ² s	30-50	40
Puncak	Gal/ft ² s	2000-3000	2500	m ³ /m ² s	80-120	100
<i>Item</i>	<i>U.S customary units</i>			<i>S.I units</i>		
	<i>Unit</i>	<i>Rentang</i>	<i>Typical</i>	<i>Unit</i>	<i>Rentang</i>	<i>Typical</i>
<i>Weir loading</i>	Gal/ft ² s	10000-40000	20000	m ³ /m ² s	125-500	250
<i>Primary settling with waste activated sludge return</i>						
Waktu tinggal	Jam	1,5-2,5	2	Jam	1,5-2,5	2
Kecepatan alir						
Rata-rata	Gal/ft ² s	600-800	1000	m ³ /m ² s	24-32	28
Puncak	Gal/ft ² s	1200-1700	1500	m ³ /m ² s	48-70	60
<i>Weir loading</i>	Gal/ft ² s	10000-40000	20000	m ³ /m ² s	125-500	250

(Sumber: Metcalf & Eddy. 2003)

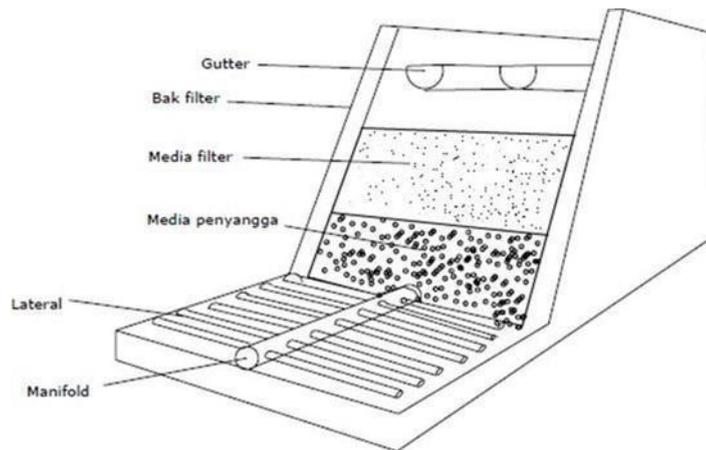
2.3.6 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan zat padat dari suatu cairan yang membawanya dengan memakai medium berpori atau bahan berpori lain untuk menyisahkan zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Pada proses pengolahan air minum, filtrasi digunakan untuk menyaring hasil dari proses koagulasiflokulasi-sedimentasi sehingga menghasilkan air dengan baku mutu yang baik (Masduqi, 2016).

Berdasarkan tipenya, filtrasi dibagi menjadi filtrasi pasir cepat dan filtrasi pasir lambat. Filtrasi pasir lambat merupakan filter yang memiliki kecepatan filter yang lambat, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Filter ini cukup efektif digunakan untuk mereduksi kandungan bahan organik dan organisme patogen. Namun, kelemahan filter ini yaitu membutuhkan ukuran bed filter yang besar, kecepatan filter yang sangat lambat dan hanya efektif digunakan untuk mengolah air baku dengan kadar kekeruhan 50 NTU (Masduqi, 2016).

Sedangkan filter pasir cepat merupakan filter dengan kecepatan filtrasi yang cepat, yaitu sekitar 6-11 m/jam. Filter ini memiliki bagian-bagian sebagai berikut ; (Masduqi, 2016).

- a) Bak filter yang berfungsi sebagai tempat proses filtrasi berlangsung.
- b) Media filter yang berupa media dengan bahan berbutir tempat berlangsungnya penyaringan.
- c) Sistem *underdrain* yang berfungsi sebagai system pengaliran air yang telah melewati proses filtrasi. Sistem underdrain terdiri atas orifice, lateral, dan manifold.



Gambar 2.20 Struktur Filter Pasir

Cepat(Sumber : Reynold & Richards.
1996)

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.

Dalam perencanaan bangunan pengolahan air minum ini menggunakan *Rapid Sand Filter* (Filter Pasir Cepat) karena 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). Kriteria desain pasir cepat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.6 Kriteria Perencanaan Rapid Sand Filter

No	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 – 11	6 – 11
2	Pencucian:		
	Sistem pencucian	Tanpa/dengan blower & atau	Tanpa/dengan blower & atau
	Kecepatan (m/jam)	<i>surface wash</i> 36 – 50	<i>surface wash</i> 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		
	a. Lapisan penyangga dari atas ke bawah	80 – 100	80 – 100
	Kedalaman (mm)	2 – 5	2 – 5
	ukuran butir (mm)	80 – 100	80 – 100
	Kedalaman (mm)	5 – 10	5 – 10
	ukuran butir (mm)	80 – 100	80 – 100
	Kedalaman (mm)	10 – 15	10 – 15
	ukuran butir (mm)	80 – 150	80 – 150
	Kedalaman (mm)	15 – 30	15 – 30
	ukuran butir (mm)	< 0,5	< 0,5
	b. Filter Nozel	> 4%	> 4%
	Lebar slot nozel (mm)		

	<input type="checkbox"/> Prosentase luas slot nozel		
	terhadap luas filter (%)		

(Sumber : SNI 6774-2008)

2.3.7 Desinfeksi

Desinfeksi diartikan sebagai destruksi mikroba patogen. Desinfeksi pada pengolahan air memiliki beberapa metode, yaitu secara fisik, kimia dan radiasi. Pada metode fisik, perlakuan yang diberikan yaitu berupa cahaya dan panas, contohnya seperti memanaskan air yang akan diolah hingga titik didih dimana sel mikroba akan hancur. Pada metode secara radiasi, perlakuan yang diberikan yaitu dengan mengontakkan air yang akan diolah dengan sinar *ultraviolet* hingga sel mikroba menjadi hancur. Sedangkan pada metode kimia, perlakuan yang diberikan yaitu dengan membubuhkan zat kimia kedalam air yang akan diolah. Pada desinfeksi dengan metode kimia, yaitu dengan membubuhkan bahan kimia untuk proses desinfeksi, yaitu desinfektan. Bahan kimia yang umumnya digunakan yaitu *klor* dan senyawanya, *bro*, *iodine*, *ozone*, dan lain sebagainya. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses desinfeksi antara lain (Masduqi, 2016)

:

- a) Waktu kontak
- b) Jenis desinfektan
- c) Konsentrasi desinfektan
- d) Suhu
- e) Jumlah mikroba
- f) Jenis mikroba

Dalam perencanaan ini digunakan bahan kimia klor sebagai desinfektan. Bakini sebagai tempat kontak antara chlor dengan air hasil pengolahan sehingga persyaratan bakteriologis dapat terpenuhi. Senyawa chlor yang sering digunakan adalah $\text{Ca}(\text{OCl}_2)_2$ yang ada dipasaran dikenal dengan kaporit. Senyawa ini mengandung kurang lebih 60% chlor. Untuk dapat merencanakan bak chlorinasi maka terlebih dahulu harus ditentukan dosis chlor -

sebagai tempat pembubuhan desinfektan sehingga terjadi kontak antara air yang telah diolah dengan desinfektan. Chlorin $\text{Ca}(\text{OCl}_2)_2$ merupakan salah satu desinfektan kimia yang umum digunakan dalam pengolahan air bersih maupun airbuangan.



Gambar 2.21 Bak Klorinasi

2.3.8 Reservoir

Reservoir adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan airbersih. Umumnya reservoir ini diperlukan pada suatu sistem 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 relatif reservoir terhadap permukaan tanah sekitarnya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

1. *Elevated Reservoir* (Menara Reservoir)

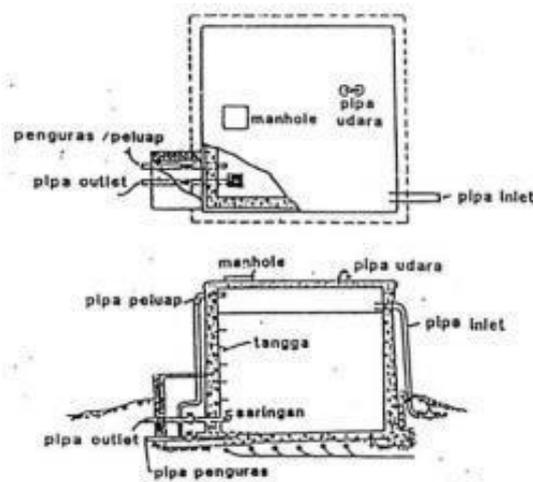
Menara reservoir dapat direncanakan dari kebutuhan air minum yang diperlukan untuk instalasi pengolahan air minum tersebut, dengan mengetahui jumlah dan pemakaian air untuk instalasi dapat direncanakan dimensi menara instalasi dan ketinggiannya. Reservoir ini digunakan bila head yang tersedia dengan menggunakan ground reservoir tidak mencukupi kebutuhan untuk distribusi. Dengan menggunakan elevated reservoir maka air dapat didistribusikan secara gravitasi. Tinggi menara tergantung kepada head yang dibutuhkan.



Gambar 2.22 Elevated Reservoir (Menara Reservoir)(Sumber : google.com)

2. *Ground Reservoir*

Ground reservoir berfungsi sebagai penampung air bak filtrasi, sebelum masuk ke dalam ground reservoir, air tersebut harus diinjeksi dengan chlor yang sudah dilarutkan. Ground reservoir dilengkapi dengan baffle untuk mencampur dan mengaduk chlor dalam air. Ground reservoir dibangun di bawah tanah atau sejajar dengan permukaan tanah. Reservoir ini digunakan bila head yang dimiliki mencukupi untuk distribusi air minum. Jika kapasitas air yang didistribusikan tinggi, maka diperlukan ground reservoir lebih dari satu.



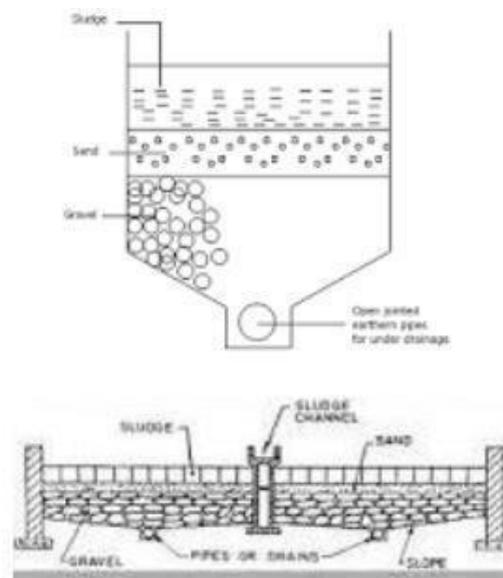
Gambar 2.23 Gound Reservoar (Reservoar Permukaan)

2.3.9 Sludge Drying Bed (SDB)

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

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

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



Gambar 2.24 Sludge drung bed

(Sumber : Metcalf & Eddy. 2003)

Pipa inlet pada bangunan *sludge drying bed* harus dirancang dengan kecepatan minimal 0,75 m/s dan memungkinkan untuk terjadinya proses pengurasan pada saluran drainase. Pipa besi dan PVC merupakan jenis pipa yang paling sering digunakan. Sistem penyaluran *sludge* dilakukan dengan mengalirkan air tegak lurus dengan posisi *sludge drying bed* guna mengurangi kecepatan alir saat *sludge* memasuki bangunan pengering. (Metcalf & Eddy, 2003).

Padatan pada *sludge drying bed* hanya dapat dikuras dari bangunan *sludge drying bed* setelah *sludge* mengering. *Sludge* / lumpur yang telah -

mengering memiliki ciri yaitu memiliki permukaan yang terlihat retak dan mudah hancur serta berwarna hitam atau coklat gelap. Kadar air yang terkandung dalam sludge / lumpur yang telah mengering berkisar pada 60% pada rentang antara 10-15 hari. Proses pengurasan dapat dikatakan selesai apabila *sludge* / lumpur telah dikeruk menggunakan *scraper* atau secara manual dan diangkut menggunakan truk keluar dari lokasi pengolahan. (Metcalf & Eddy, 2003)

Sludge drying bed yang sedang digunakan untuk proses pengeringan lumpur hendaknya ditutup guna mengisolasi dan mengantisipasi tersebarnya bau yang mungkin ditimbulkan. Akan tetapi, apabila reaktor dirancang untuk dibiarkan terbuka, hendaknya reaktor *sludge drying bed* dibangun pada jarak minimal 100 m dari lokasi hunian penduduk guna mengantisipasi pencemaran udara yang diakibatkan oleh bau. (Metcalf & Eddy, 2003)

2.4 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 IPAL merupakan upaya penyajian secara grafis “hydrolic 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* tambah dari luar, yaitu dengan menggunakan pompa.