

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Air Baku

Penyediaan air bersih, selain kuantitas, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk ini perusahaan air minum selalu memeriksa kualitas air bersih sebelum didistribusikan kepada pelanggan sebagai air minum. Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa. Air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat merubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis dan dapat merugikan secara ekonomis. Air itu seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya (Effendi, 2003).

Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek umum bahwa dalam menetapkan kualitas dan karakteristik dikaitkan dengan standart baku mutu air (standar kualitas air). Untuk memperoleh gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, seringkali diperlukan pengukuran sifat-sifat air atau biasa disebut parameter kualitas air, yang beraneka ragam. Formulasi-formulasi yang dikemukakan dalam angka-angka standar tentu saja memerlukan penilaian yang kritis dalam menetapkan sifat-sifat dari tiap parameter kualitas air (Slamet, 1994).

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990 Tentang pengendalian pencemar air menjadi beberapa golongan menurut peruntukannya. Adapun penggolongan air menurut peruntukannya adalah berikut ini:

- Golongan A : Air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- Golongan B : Air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.

- Golongan C: Air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- Golongan D: Air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha di perkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air.

Menurut Droste (1997), dalam memilih sumber air baku harus diperhatikan

hal-hal sebagai berikut:

- a. Kualitas air baku
- b. Volume (kuantitas) air baku
- c. Kondisi iklim di daerah sumber air baku
- d. Lokasi sumber air baku harus tetap, tidak mengalami kemungkinan pindah atau tertutup
- e. Kontruksi intake yang memenuhi syarat dan kesulitan yang kecil
- f. Kemungkinan perluasan intake di masa yang akan datang
- g. Elevasi muka air sumber mencukupi
- h. Kemungkinan timbulnya pencemar di masa yang akan datang
- i. Fasilitas dan biaya operasi dan perawatan yang tersedia mencukupi

Pendekatan yang paling efektif untuk menentukan apakah suatu sumber air memenuhi persyaratan sebagai sumber air baku air minum adalah memilih sumber dengan kualitas yang baik. Kualitas dari sumber air baku haruslah diperhatikan karena berpotensi mengandung berbagai macam polutan.

2.2 Karakteristik yang terkandung dalam air baku

Adapun beberapa parameter - parameter yang biasanya digunakan untuk menentukan kualitas air adalah sebagai berikut:

1. Parameter Fisik

Sifat-sifat fisik air adalah relatif mudah untuk diukur dan beberapa diantaranya mungkin dengan cepat dapat dinilai oleh orang awam.

a. Suhu

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

b. Kekeruhan

Material penyebab kekeruhan adalah *silt/clay* atau bahan organik yang berasal dari limbah, mikroorganisme seperti *algae*. Pada musim kemarau, air sungai lebih jernih bila dibandingkan pada saat musim hujan (meskipun belum tentu lebih mudah dijernihkan dengan tawas/alum) kekeruhan maksimum untuk air minum menurut USEPA adalah 10 mg/l.

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

2. Parameter Kimiawi

Karakteristik kimia cenderung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan karakteristik fisis dan oleh karena itu lebih cepat dan tepat untuk menilai sifat-sifat air dari suatu sampel.

a. TDS

TDS (Total Dissolved Solid) adalah karakteristik yang mengukur jumlah padatan terlarut atau konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) dalam air. TDS dapat memengaruhi kualitas air, kesehatan, sistem perpipaan rumah, dan bahkan aktivitas sehari-hari, seperti memasak atau mencuci. Kandungan TDS yang tinggi dapat memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, seperti menutupi pori-pori dari resapan tanah dan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air serta menghambat regenerasi oksigen serta fotosintesis makhluk hidup di perairan. Pada tubuh manusia, dampak berbahaya TDS tinggi yang masuk ke tubuh akan menyebabkan terjadinya akumulasi garam-garam terlarut pada organ ginjal dan dapat mengganggu fungsi fisiologis dari organ ginjal bahkan menyebabkan batu ginjal.

b. MBAS/deterjen

MBAS (Methylene Blue Active Substances) adalah karakteristik yang mengukur kandungan surfaktan dalam air atau cairan lainnya[1][2]. Surfactant adalah senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan air dan memungkinkan air untuk membentuk busa[2]. MBAS digunakan untuk mengukur kandungan surfaktan dalam air limbah, air minum, dan air permukaan[1]. Kandungan surfaktan yang tinggi dalam air dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan berdampak negatif pada kesehatan manusia dan hewan[2]. Surfactant juga dapat mengganggu proses pengolahan air limbah dan mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan[1]. Oleh karena itu, pengukuran MBAS penting untuk memastikan kualitas air yang aman dan lingkungan yang sehat.

c. pH

pH merupakan suatu parameter penting untuk menentukan kadar asam/basa dalam air. Penentuan pH merupakan tes yang paling penting dan paling sering digunakan pada kimia air. pH digunakan pada penentuan alkalinitas, CO₂, serta dalam kesetimbangan asam basa. Pada temperatur yang diberikan, intensitas asam

atau karakter dasar suatu larutan diindikasikan oleh pH dan aktivitas ion hidrogen. Perubahan pH air dapat menyebabkan berubahnya bau, rasa, dan warna. Pada proses pengolahan air seperti koagulasi, desinfeksi, dan pelunakan air, nilai pH harus dijaga sampai rentang Dimana organisme partikulat terlibat. Asam dan basa pada dasarnya dibedakan dari rasanya kemudian dari efek yang ditimbulkan pada indikator. Pengertian pH (power of Hydrogen) sebenarnya adalah sebuah ukuran tingkat asam (acidity) atau basa (alkalinity) dari air tersebut. Tingkat pH pada air laut berkisar antara 7,6-8,4 (Nursaiiful, 2004). Kenaikan pH pada perairan akan menurunkan konsentrasi CO₂ terutama pada siang hari ketika proses fotosintesis sedang berlangsung.

d. Fluorida

Fluorida adalah karakteristik kimia yang mengacu pada kandungan ion fluorida dalam air. Kandungan fluorida dalam air minum dapat berasal dari alam atau ditambahkan secara sengaja untuk mencegah karies gigi. Namun, konsentrasi fluorida yang terlalu tinggi dalam air minum juga dapat menyebabkan masalah kesehatan, seperti fluorosis gigi dan kerusakan tulang. Oleh karena itu, penting untuk memantau kandungan fluorida dalam air minum agar tetap dalam batas yang aman untuk kesehatan manusia.

e. Kesadahan

Kesadahan air adalah kandungan-kandungan mineral tertentu di dalam air, pada umumnya ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat penyebab utama dari kesadahan sementara. Air yang mengandung ion atau senyawasenyawa tersebut dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air gtersebut terbebas dari ion (Ca) dan (Mg) (Pujriani, 2008). Kesadahan air tetap adalah air sadah yang mengandung anion selain anion bikarbonat berupa senyawa kalsium klorida (CaCl₂), kalsium nitrat Ca(NO₃)₂, kalsium sulfat (CaSO₄), magnesium klorida (MgCl₂). Kesadahan air yang mengandung senyawa tersebut tidak bisa dihilangkan dengan pemanasan (Fillaeli, 2012).

f. Besi dan Mangan

Besi adalah salah satu dari lebih unsur-unsur penting dalam air permukaan dan air tanah. Perairan yang mengandung besi sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga, karena dapat menyebabkan bekas karat pada pakaian, porselin, alat-alat lainnya serta menimbulkan rasa yang tidak enak dan menyebabkan warna air kekuningan/kecoklatan pada air minum pada konsentrasi diatas kurang lebih 0,31 mg/l (Juniar & Sari, 2019). Mangan merupakan unsur berlimpah di kerak bumi (sekitar 0,1%) yang terjadi secara alamiah. Mangan merupakan logam keras dan sangat rapuh. Sulit untuk meleleh, tetapi mudah teroksidasi. Mangan bersifat reaktif ketika murni, sebagai bubuk akan terbakar dalam oksigen, bereaksi dengan air dan larut dalam asam encer (Fisika et al., 2013).

g. Nitrat

Nitrat adalah karakteristik kimia yang mengacu pada kandungan ion nitrat dalam air atau cairan lainnya. Ion nitrat memiliki rumus molekul NO_3^- dan massa molekul 62,0049 g/mol. Nitrat mempengaruhi beberapa aspek kualitas air, seperti:

- Kualitas aman^{**}: Nitrat dapat menyebabkan luka bakar dan berbahaya terhadap kesehatan manusia dan hewan. Konsentrasi nitrat yang tinggi dalam air dapat mengakibatkan masalah kesehatan, seperti fluorosis gigi dan kerusakan tulang.
- Pengaruh pada lingkungan^{**}: Nitrat dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu kemajuan kadar nitrat dalam air yang berlebihan. Eutrofikasi dapat mengakibatkan pertumbuhan alami dan pengaruh negatif pada ekosistem.
- Pengaruh pada keberlangsungan^{**}: Nitrat dapat menyebabkan penurunan oksigen di dalam air, yang dapat mengakibatkan kekurangan oksigen dalam air dan di udara.
- Pengaruh pada kehidupan hidup^{**}: Nitrat dapat menyebabkan gangguan dalam sistem respiratori dan usus pernapasan, serta berbahaya terhadap perkembangan otak dan sistem saraf.

Oleh karena itu, penting untuk memantau kandungan nitrat dalam air untuk memastikan kualitas air yang aman dan lingkungan yang sehat.

h. Nitrit

Nitrit adalah karakteristik kimia yang mengacu pada kandungan ion nitrit (NO_2^-) dalam air atau cairan lainnya. Nitrit merupakan bagian dari siklus nitrogen dan biasanya ditemukan dalam jumlah sedikit pada air. Kandungan nitrit yang tinggi dalam air dapat bersifat toksik bagi organisme perairan dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Nitrit juga dapat bereaksi dengan hemoglobin dalam darah, mengganggu kemampuan darah untuk mengangkut oksigen, serta membentuk senyawa nitrosamin yang dapat menimbulkan kanker. Oleh karena itu, penting untuk memantau kandungan nitrit dalam air guna memastikan kualitas air yang aman dan lingkungan yang sehat

i. Sianida

Sianida adalah karakteristik kimia yang mengacu pada kandungan ion sianida dalam air atau cairan lainnya. Sianida organik umumnya disebut nitril, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Sianida dapat berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan, terutama jika inhalasi atau menghirup sianida. Beberapa karakteristik sianida meliputi:

- Keracunan: Keracunan sianida dapat menyebabkan keluhan berupa sulit bernapas, kejang, hilang kesadaran, atau henti jantung. Penyebab keracunan sianida adalah paparan seseorang dengan sianida, baik melalui kontak dengan kulit, menghirup, maupun menelan sianida
- Warna dan Bau: Sianida berwarna biru pucat atau tidak berwarna pada suhu kamar dan merupakan gas tidak berwarna pada suhu yang lebih tinggi. Sianida ini memiliki bau almond pahit

Pengembangan: Sianida dapat diproduksi oleh bakteri, jamur, dan alga tertentu. Selain itu, ditemukan dalam asap rokok, knalpot kendaraan, dan makanan, seperti bayam, rebung, almond, kacang panjang, dan tapioka. Pengaruh

pada lingkungan: Sianida dapat menyebabkan keberlangsungan dan mengakibatkan penurunan oksigen di dalam air, yang dapat mengakibatkan kekurangan oksigen dalam air dan di udara. Oleh karena itu, penting untuk memantau kandungan sianida dalam air untuk memastikan kualitas air yang aman dan lingkungan yang sehat.

j. Pestisida Total

Pestisida total adalah karakteristik pestisida yang mencakup berbagai jenis pestisida, baik organik maupun anorganik, yang digunakan untuk mengendalikan hama, gulma, dan penyakit tanaman. Pestisida organik umumnya mengandung gugus karbon dalam susunan kimianya, sementara pestisida anorganik tidak mengandung gugus karbon. Pestisida total mencakup berbagai jenis pestisida, seperti organoklorin, organosulfur, serta senyawa anorganik seperti sianida dan merkuri. Pestisida total memiliki sifat kimia dan fisik yang beragam, serta memiliki dampak yang perlu diperhatikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, pemantauan dan pengelolaan pestisida total sangat penting untuk memastikan penggunaan yang aman dan berkelanjutan.

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. Sebetulnya kedua macam parameter ini hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba yang dapat berupa parasite (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen dan virus.

a. Total Coliform

Pengukuran kualitas air bersih secara bakteriologis dilakukan dengan melihat keberadaan organisme golongan coli (Coliform) sebagai indikator karena mudah dideteksi dalam air, lebih tahan hidup di air sehingga dapat dianalisis keberadaannya di dalam air yang bukan merupakan medium yang ideal untuk pertumbuhan bakteri (Marsono, 2009). Walaupun hasil pemeriksaan bakteri Coli tidak dapat secara langsung menunjukkan adanya bakteri patogen, tetapi adanya

bakteri Coli dalam air dapat digunakan sebagai indikator adanya jasad patogen (Marsono, 2009). Salah satu bakteri golongan Coliform adalah bakteri *Escherichia coli*.

b. E coli

E. coli (*Escherichia coli*) adalah bakteri yang ditemukan di lingkungan, makanan, dan usus manusia serta hewan. Sebagian besar strain *E. coli* tidak berbahaya, namun beberapa dapat menyebabkan penyakit. Beberapa jenis *E. coli* dapat menyebabkan diare, infeksi saluran kemih, penyakit pernapasan, pneumonia, dan penyakit lainnya. Beberapa strain *E. coli* yang dapat menyebabkan diare dapat ditularkan melalui air atau makanan yang terkontaminasi, atau melalui kontak dengan hewan atau orang yang terinfeksi. Beberapa strain *E. coli* yang dikenal antara lain Shiga toxin-producing *E. coli* (STEC), Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC), Enteropathogenic *E. coli* (EPEC), Enteroaggregative *E. coli* (EAEC), Enteroinvasive *E. coli* (EIEC), dan Diffusely adherent *E. coli* (DAEC). *E. coli* O157:H7 adalah salah satu strain yang dapat menyebabkan gejala parah seperti kram perut, diare berdarah, dan muntah, serta dapat menyebabkan gagal ginjal akut pada anak-anak. Penting untuk memastikan kebersihan makanan dan air untuk mencegah infeksi *E. coli*.

2.3 Bangunan Pengolahan Air Minum

2.3.1 Proses Pengolahan Air Minum

Secara umum, pengolahan air minum secara lengkap dapat dibagi menjadi tiga tahap pengolahan, yaitu tahap pendahuluan/pertama (*pretreatment/primary*), tahap kedua (*secondary treatment*), dan lanjutan (*advanced treatment*). Pembagian tahapan pengolahan ini didasarkan pada konsep pengolahan berdasar pada dimensi polutan. Pengolahan tahap pendahuluan ditujukan untuk menghilangkan polutan berdimensi besar seperti sampah (plastik, kertas, kayu, bangkai, dll), lumpur, kasar (*grit*), dan partikel diskret. Jenis pengolahan pada pengolahan pada tahap pendahuluan ini didominasi oleh proses fisik, seperti penyaringan kasar

(*screening*), pencacahan (*comminution*), penyisihan grit, prasedimentasi, dan sebagainya (Ali Masduqi, 2012).

Pengolahan tahap kedua ditujukan untuk menghilangkan polutan berdimensi lebih kecil yang lebih sulit dihilangkan dengan cara fisik, misal partikel yang membentuk koloid ini dapat diendapkan setelah mengalami proses penggabungan partikel. Proses fisik-kimia untuk menghilangkan partikel jenis ini adalah koagulasi – flokulasi – sedimentasi – filtrasi (Ali Masduqi, 2012).

Pengolahan tahap lanjutan ditujukan untuk menghilangkan polutan berdimensi molekuler dan ionic. Polutan seperti bahan organik, mineral/logam, nutrient, gas terlarut, dan sebagainya. Jenis pengolahan yang diperlukan relative lebih kompleks dan melibatkan proses fisik, kimia, dan biologi (Ali Masduqi, 2012). Pengolahan lengkap dilakukan bila air baku tidak memenuhi persyaratan fisika, kimia, dan biologis. Untuk air minum, air baku berasal dari air permukaan (misalnya air sungai). Urut – urutan proses pengolahan yang akan diterapkan antara lain :

2.3.1.1 Gambaran Umum Unit Intake

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

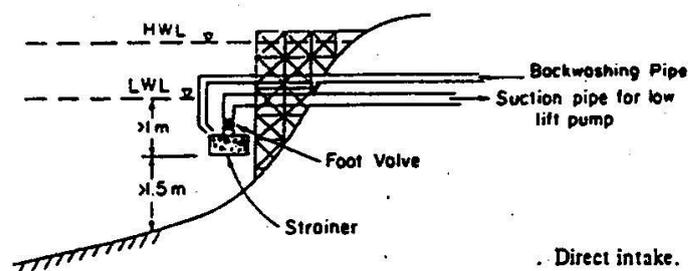
1. Penempatan bangunan penyadap (*intake*) harus aman terhadap polusi yang disebabkan pengaruh luar (pencemaran oleh manusia dan makhluk hidup lain);
2. Penempatan bangunan pengambilan pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (terhadap longsor dan lain-lain);

3. Konstruksi bangunan pengambilan harus aman terhadap banjir air sungai, terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa dan gaya angkat air (*up-lift*);
4. Penempatan bangunan pengambilan disusahakan dapat menggunakan sistem gravitasi dalam pengoperasiannya;
5. Dimensi bangunan pengabilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian;
6. Dimensi inlet dan outlet dan letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air;
7. Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air baku;
8. Konstruksi bangunan pengambilan direncanakan dengan umur pakai (lifetime) minimal 25 tahun;
9. Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007).

Menurut Kawamura (2000), bangunan *intake* memiliki tipe yang bermacam-macam, antarlain:

1. Bangunan Penyadap Langsung (*Direct Intake*)

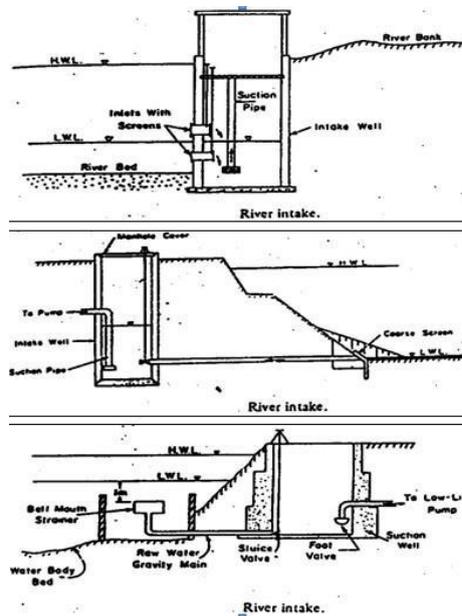
Digunakan untuk sumber air yang dalam seperti sungai atau danau dengan kedalaman yang cukup tinggi. *Intake* jenis ini memungkinkan terjadinya erosi pada dinding dan pengendapan di bagian dasarnya.



2. Bangunan Penyadap Tidak Langsung (Indirect Intake)

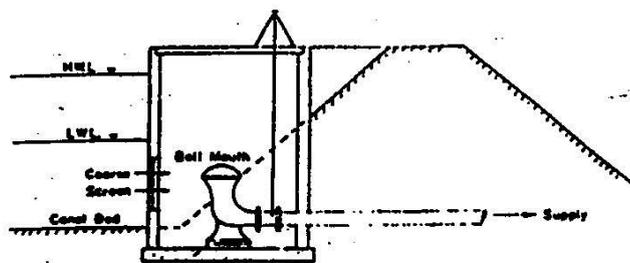
a. River Intake

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



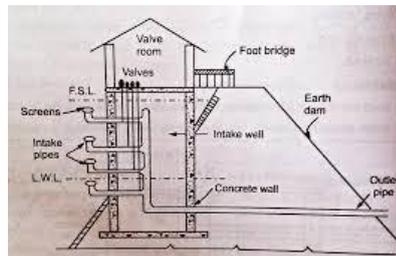
b. Canal Intake

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



c. Reservoir Intake

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



d. Spring Intake

Digunakan untuk air baku dari mata air/air tanah.

e. Intake Tower

Digunakan untuk air permukaan dimana kedalaman air berada di atas level tertentu.

f. Gate Intake

Berfungsi sebagai screen dan merupakan pintu air pada prasedimentasi.

2.3.1.2 Prasedimentasi

Prasedimentasi merupakan salah satu unit pada bangunan pengolahan air minum yang umumnya digunakan sebagai pengolahan pendahuluan. Prasedimentasi digunakan untuk menghilangkan atau menyisahkan partikel diskrit melalui pengendapan secara gravitasi. Pada unit prasedimentasi terdapat beberapa bentuk yang umum digunakan, yaitu *rectangular* dan *circular*. Pada prasedimentasi (bak pengendap pertama) terdiri dari 4 (empat) ruangan, yaitu :

1. Zona Inlet

Pada zona ini merupakan tempat untuk menghaluskan aliran transisi dari aliran influen ke aliran steady uniform di zona settling (aliran laminar).

2. Zona Pengendapan

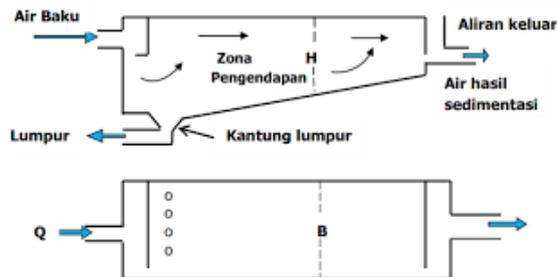
Pada zona ini merupakan tempat terjadinya proses pengendapan atau pemisahan partikel diskrit pada air.

3. Zona Lumpur

Pada zona ini merupakan tempat untuk menampung material yang mengendap bersama lumpur.

4. Zona Outlet

Pada zona ini merupakan tempat untuk menghaluskan aliran transisi dari zona settling ke aliran effluen, serta dapat mengatur debit effluent (Qasim, 2000).



Dalam mendesain unit prasedimentasi terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan, antara lain : *detention time*, *overflow rate*, *average flow*, *peak hourly flow*, dan *weir loading*.

Item	U.S customary units			SI units		
	Unit	Range	Typical	Unit	Range	Typical
Primary sedimentation tanks followed by secondary treatment						
<i>Detention time</i>	h	1,5-2,5	2	h	1,5-2,5	2
<i>Overflow rate</i>						

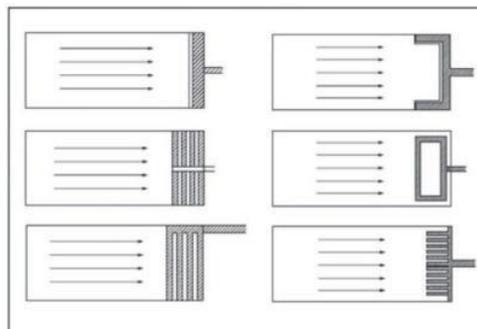
<i>Average flow</i>	gal/ft ² .d	800-1200	1000	m ³ /m ² .d	30-50	40
<i>Peak hourly flow</i>	gal/ft ² .d	2000-3000	2500	m ³ /m ² .d	80-120	100
<i>Weir loading</i>	gal/ft ² .d	10.000-40.000	20.000	m ³ /m ² .d	125-500	250
Primary settling with waste activated-sludge return						
<i>Detention time</i>	h	1,5-2,5	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 ² .d	10.000-40.000	20.000	m ³ /m ² .d	125-500	250

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

<i>Weir Loading Rate (m³/hari.m)</i>	Sumber	Keterangan
186	Katz & Foulkes, 1962	

249,6	Katz & Foulkes, 1962	Pada daerah yang terpengaruh <i>density current</i>
264	Kawamura, 2000	
125-250	Droste, 1997	
172,8-259,2	Huisman, 1977	

Berdasarkan kriteria desain diatas, dapat dilihat bahwa jika pada bak terjadi *density current*, *weir loading rate* diharapkan tidak terlalu besar karena dapat menyebabkan terjadinya penggerusan pada partikel yang mengendap di sekitar outlet. Pada dasarnya satu pelimpah sudah cukup, namun jika hanya ada satu pelimpah dapat mengakibatkan *weir loading rate* menjadi besar. Hal tersebut dapat mengganggu proses pengendapan dikarenakan aliran akan ke atas menuju pelimpah dengan kecepatan tinggi yang menyebabkan partikel bergerak kebawah untuk mengendap terganggu. Menurut Qasim et all, (2000) terdapat beberapa alternatif untuk mendesain pelimpah luas yang dibutuhkan untuk zona outlet dan beban pelimpah tidak terlalu besar.



2.3.1.3 Koagulasi Flokulasi

Pada koagulasi–flokulasi adalah salah satu metode yang menggunakan proses kimia untuk menyatukan partikel koloid sehingga membentuk partikel yang berukuran lebih besar dengan menambahkan bahan koagulan, yang selanjutnya dapat dipisahkan dengan cara yang lebih efisien melalui sedimentasi, flotasi atau penyaringan. Koagulasi adalah proses pencampuran bahan kimia (koagulan) ke dalam air untuk membuat flok dengan pengadukan cepat. Flok adalah gumpalan lumpur yang dihasilkan dalam proses koagulasi-flokulasi. Sedangkan flokulasi adalah suatu proses penggumpalan partikel-partikel terdestabilisasi menjadi partikel-partikel berukuran besar, yang disebut dengan flok. Berbeda dengan koagulasi, pada proses flokulasi menggunakan pengadukan lambat. Pengadukan lambat digunakan untuk mencegah terpecahnya flok yang terbentuk. Jika sebuah flok mengalami perpecahan maka akan mengakibatkan sulit mengendap, sedangkan semakin besar sebuah flok terbentuk maka semakin mudah untuk mengendap. Waktu detensi pada pengadukan lambat yaitu 15-45 menit (Anggarani, 2018). Sehingga prinsip dari proses koagulasi-flokulasi yaitu pembubuhan bahan kimia koagulan dan pengadukan bahan kimia pada air baku.

Koagulan adalah zat kimia yang digunakan untuk pembentukan flok pada proses pencampuran (koagulasi-flokulasi). Flok yang ada dalam larutan akan mengalami keadaan yang dari stabil menjadi tidak stabil sehingga flok akan mudah mengendap (Rifa'i, 2007). Fungsi lain dari koagulan yaitu :

- Mengurangi kekeruhan akibat adanya partikel koloid anorganik maupun organik
 - Mengurangi warna yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air
 - Mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air
- Dalam koagulan terdapat beberapa yang umum digunakan pada proses pengolahan air, sebagai berikut :

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi Dengan Air	pH Optimum
Aluminium Sulfat	$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$ Ox = 14,16,18	Bongkah, bubuk	Asam	6,0-7,8
Sodium Aluminat	$Na_2Al_2O_4$	Bubuk	Basa	6,0-7,8
Poly Aluminium Chloride, PAC	$Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$	Cairan, bubuk	Asam	6,0-7,8
Ferri Sulfat	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	Kristal halus	Asam	4-9
Ferri Klorida	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Bongkah, cairan	Asam	4-9
Ferro Sulfat	$FeSO_4 \cdot 7 H_2O$	Kristal halus	Asam	>8,5

Dalam koagulan terdapat beberapa factor yang dapat mempengaruhi koagulan, yaitu :

1. Pengaruh pH

Hal ini penting untuk menghindari adanya kelarutan koagulan. Proses koagulan pH yang terbaik adalah 7 (netral).

2. Pengaruh Temperaatur

Temperatur rendah akan terjadi reaksi yang 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. Apabila tidak sesuai, maka kemungkinan tumbukan antara

partikel akan berkurang dan netralisasi muatan tidak sempurna. Dosis koagulan yang berlebihan juga akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat.

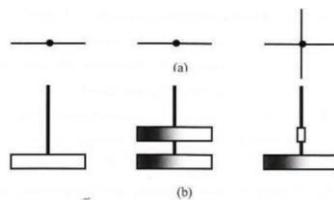
4. Pengaruh garam.

Garam tersebut dapat mempengaruhi proses penggumpalan. Pengaruh yang diberikan akan berbeda-beda bergantung dengan macam garam (ion) dan konsentrasinya. Semakin besar valensi ion akan semakin besar pengaruhnya terhadap koagulan. Penggumpalan dengan garam Fe dan Al akan banyak dipengaruhi oleh anion dibandingkan dengan kation. Jadi natrium, kalsium, dan magnesium relatif tidak mempengaruhi (Sutrisno, 1992).

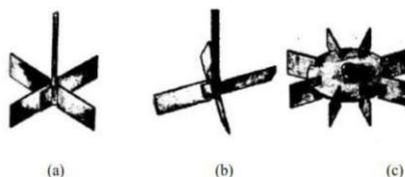
5. Pengadukan (*Mixing*)

Dosis koagulan yang berlebihan juga akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat. Berdasarkan macam pengadukan, terdapat 2 (dua) macam yaitu pengadukan cepat dan lambat. Berdasarkan bentuknya terdapat 3 (tiga) macam, yaitu :

a. Paddle (pedal)



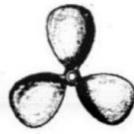
b. Turbine



c. Propeller (baling-baling)



(a)



(b)

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

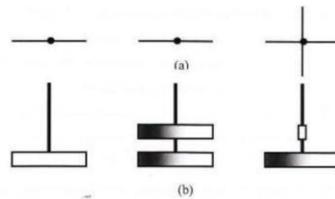
Waktu Pengadukan, td (detik)	Gradien Kecepatan(detik-1)
20	1000
30	900
40	790
50 \geq	700

konsentrasinya. Semakin besar valensi ion akan semakin besar pengaruhnya terhadap koagulan. Penggumpalan dengan garam Fe dan Al akan banyak dipengaruhi oleh anion dibandingkan dengan kation. Jadi natrium, kalsium, dan magnesium relatif tidak mempengaruhi (Sutrisno, 1992).

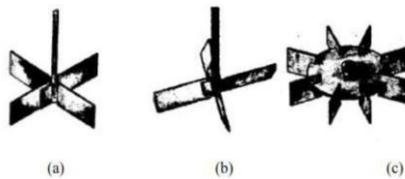
6. Pengadukan (*Mixing*)

Dosis koagulan yang berlebihan juga akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat. Berdasarkan macam pengadukan, terdapat 2 (dua) macam yaitu pengadukan cepat dan lambat. Berdasarkan bentuknya terdapat 3 (tiga) macam, yaitu :

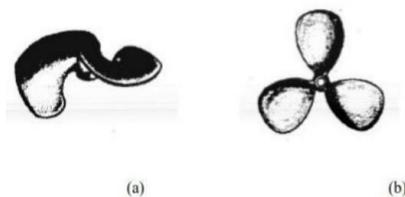
d. Paddle (pedal)



e. Turbine



f. Propeller (baling-baling)



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

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

2.3.1.4 Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan solid-liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid. Biasanya sedimentasi berada setelah proses koagulasi dan flokulasi dikarenakan sedimentasi merupakan tempatterjadinya proses pengendapan setelah penambahan zat kimia pada proses sebelumnya. Pada umumnya, sedimentasi digunakan pada pengolahan air minum, pengolahan air limbah, dan pada pengolahan air limbah tingkat lanjutan (Bella, 2013). Tujuan sedimentasi pada pengolahan air minum digunakan untuk :

- Pengendapan air permukaan, khususnya untuk pengolahan dengan filter pasircepat

- Pengendapan flok hasil koagulasi-flokulasi, khususnya sebelum disaring dengan filter pasir cepat
- Memisahkan partikel material pada bak pengendapan
- Memisahkan chemical flok proses koagulasi dan flokulasi kimia
- Memisahkan bioflok proses biologi (Marlis & Arbi, 2019).

Pada bak sedimentasi dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu rectangular/persegi panjang dan circular/lingkaran. Untuk jenis aliran air dalam unit sedimentasi adalah aliran horizontal, vertikal, dan radial. Dalam unit sedimentasi terdapat 4 bagian, yaitu:

1. Pengendapan tipe 1 (*Free Settling*)

Pada tipe 1 adalah pengendapan dari partikel-partikel diskrit yang bukan merupakan flok. Contoh dari pengendapan tipe 1 adalah pengendapan benda pasir, batu halus, dan lainnya bukan merupakan hasil dari flokulasi. Material ini biasanya terbawa oleh pompa air baku atau pompa intake.

2. Pengendapan tipe 2 (*Flocculent setting*)

Pada tipe 2 adalah pengendapan yang merupakan partikel-partikel yang berupa flok pada suatu spensi. Flok bisa terjadi karena adanya pencampuran zat-zat koagulasi dengan air yang memiliki kadar asam atau kekeruhan (Turbidity).

3. Pengendapan tipe 3 (*Zone Hindred Settling*)

Pada tipe ini adalah pengendapan dari partikel dengan konsentrasi sedang, partikel-partikel tersebut sangat berdekatan sehingga gaya antar partikel mencegah terjadinya pengendapan dari partikel sekelilingnya. Partikel-partikel tersebut berada pada posisi yang tetap satu sama lain dan semua mengendap dengan kecepatan konstan.

4. Pengendapan tipe 4 (*Copression Settling*)

Pada tipe ini adalah pengendapan dari partikel yang memiliki konsentrasi tinggi dimana partikel saling bersentuhan satu sama lainnya dan pengendapan hanya bisa terjadi dengan cara melakukan kompresi terhadap masa tersebut. (Harmiyati, 2018).

Menurut (Brier & Lia Dwi Jayanti, 2020) terdapat beberapa bagian-bagian pada bak sedimentasi, yaitu :

1. Inlet (tempat air masuk ke dalam bak)

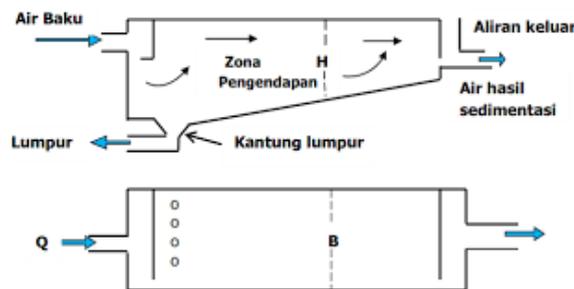
Pada zona inlet aliran air yang masuk akan merata pada unit sedimentasi dan menyebarkan kecepatan aliran yang baru masuk. Jika dua hal tersebut terjadi maka karakteristik aliran hidrolis dari unit akan lebih mendekati unit ideal dan menghasilkan efisiensi yang lebih baik.

2. Zona Pengendapan (tempat flok/partikel mengalami proses pengendapan)

Pada zona ini air akan mengalir pelan secara horizontal ke arah outlet dan dalam zona ini terjadi pengendapan. Lintasan partikel tergantung pada besarnya kecepatan pengendapan.

3. Ruang lumpur (tempat lumpur mengumpul sebelum diambil ke luar unit)

4. Outlet (tempat di mana air akan meninggalkan unit).



Dalam mendesain bak pengendap (sedimentasi) terdapat factor *scale up* yang umumnya digunakan adalah 1,75 dan untuk *overflow rate*, factor *scale up* yang umumnya digunakan adalah 0,65 (Reynold dan Richards, 1996). Dalam bak sedimentasi terdapat 2 (dua) jenis bak yang biasanya digunakan, yaitu :

a. *Horizontal – Flow Sedimentation*

Desain pada bangunan ini dapat mengurangi lebih dari 95% dari kekeruhan air. Cara kerja bak sedimentasi ini memiliki bentuk *rectangular* (persegi panjang) yaitu air yang mengandung flok akan masuk ke zona inlet, kemudian masuk ke dalam zona *settling* melalui sekat (*baffle*) agar alirannya menjadi laminar dan akan terjadi pengendapan partikel,

kemudian endapannya akan masuk ke zona lumpur dan untuk airnya akan keluar melalui zona *outlet*. Adapun beberapa keuntungan horizontal-flow dibandingkan dengan up flow, yaitu :

- Lebih bisa menyesuaikan dengan variasi kualitas dan hidrolis air.
- Prosesnya memberikan bentuk yang dapat direncanakan sesuai dengan operasional dan kondisi iklim.
- Biaya konstruksi murah.
- Operasional dan perawatannya mudah.

b. Upflow Sedimentation

Bangunan tipe ini biasanya digunakan bila debit air konstan dan kualitas kekeruhan tidak lebih dari 900 NTU. Kelemahan dari bangunan ini adalah tidak bisa digunakan bila kapasitasnya berlebih dan memerlukan tenaga ahli untuk mengoperasikannya. Bila dalam suatu bangunan pengolahan air lahannya terbatas bisa digunakan tipe ini untuk bak sedimentasinya karena lahan yang diperlukan untuk bangunan ini relatif kecil.

2.3.1.5 Aerasi

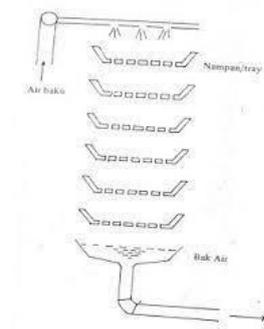
Aerasi adalah suatu proses pengolahan secara fisika dengan menambahkan oksigen atau udara ke dalam air yang dimana air dibuat mengalami kontak erat dengan udara dengan tujuan meningkatkan oksigen dalam air tersebut. Pada prinsipnya aerasi adalah mencampurkan air dengan udara atau bahan lain sehingga air yang beroksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Efektifitas aerasi tergantung dari seberapa luas dari permukaan air yang bersinggungan langsung dengan udara. Dalam melakukan proses aerasi memerlukan sebuah alat yang dinamakan dengan Aerator. Tujuan dari proses aerasi adalah sebagai berikut :

1. Penambahan jumlah oksigen.
2. Penurunan jumlah karbon dioksida (CO₂).
3. Menghilangkan hydrogen sulfide (H₂S), methan (CH₄) dan berbagai

senyawa organik lain yang bersifat volatile (menguap).

Proses aerasi sangat penting terutama pada pengolahan limbah atau air yang proses pengolahannya biologinya memanfaatkan bakteri aerob. Bakteri aerob adalah kelompok bakteri yang membutuhkan oksigen bebas untuk proses metabolismenya, sehingga dengan tersedianya oksigen yang mencukupi selama proses biologi, maka bakteri-bakteri tersebut akan bekerja dengan optimal. Selain itu proses aerasi dapat dipergunakan untuk menghilangkan kandungan gas terlarut, oksidasi besi dan mangan dalam air, mereduksi ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi (Yuniarti, Komala and Aziz, 2019). Dalam aerasi terdapat beberapa jenis metode (Qasim, 2000), yaitu :

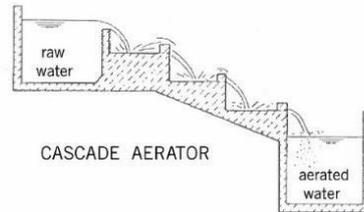
a. *Waterfall Aerator* (Aerasi Air Terjun)



Gambar 2. 7 *Waterfall Aerator*

Pada jenis aerasi ini terdiri atas 4-8 tray yang dasar tiap traynya memiliki atau dipenuhi dengan lubang-lubang dengan jarak 30-50 cm. Pada jenis ini penyebaran oksigen melalui tetesan yang air tersebut berasal dari pipa berlubang yang kemudian air akan dibagi secara merata melalui atas tray dan turun kepada tray berikutnya. Tray-tray ini bisa dibuat dengan bahan yang cocok seperti lempengan asbestos, pipa plastic yang berdiameter kecil atau menggunakan lempengan yang terbuat dari kayu secara paralel (Widarti,2016). Sehingga jenis ini memiliki susunan yang sangat sederhana, tidak mahal dan memerlukan ruang yang kecil.

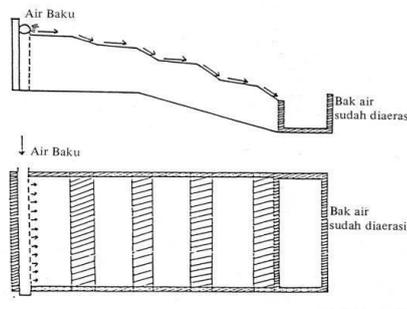
b. Cascade Aerator



Gambar 2. 8 *Cascade Aerator*

Pada jenis ini aerator terdiri dari 4-6 step/tangga yang tiap stepnya memiliki ketinggian sekitar 30 cm dengan kapasitas sekitar $0,01 \text{ m}^3/\text{det}$ per m^2 . Pada jenis ini akan terjadi gerak putaran (*turbulence*) dan untuk menghilangkannya yaitu dengan menaikkan efisiensi aerasi. Pada jenis ini jika dibandingkan dengan *tray aerator* memerlukan lebih besar ruang yang diperukan tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lain pada *Cascade Aerator* yaitu tidak memerlukan pemeliharaan.

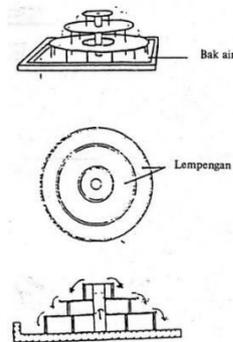
c. Submerged Cascade Aerator (Aerasi Tangga Aerator)



Gambar 2. 9 *Submerged Cascade Aerator*

Pada jenis ini penangkapan udaranya terjadi pada saat air terjun dari lempengan-lempengan trap yang membawanya. Oksigen kemudian dipindahkan dari gelembung-gelembung udara kedalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi dalam 3-5 step. Kapasitas bervariasi antara $0,005$ dan $0,5 \text{ m}^3/\text{det}$ per m^2 .

d. Multiple Platform Aerator



Gambar 2. 10 *Multiple Platform Aerator*

Pada jenis ini memiliki prinsip lempengan-lempengan untuk menjatuhkan air guna mendapatkan kontak secara penuh udara.

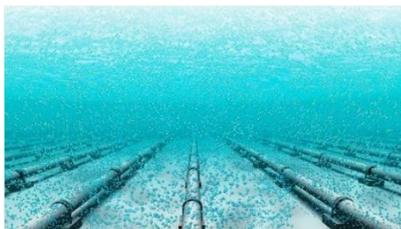
e. Spray aerator



Gambar 2. 11 *Spray aerator*

Pada jenis ini terdiri atas nosel penyemprot yang tidak bergerak (*stationary nozzles*) yang dihubungkan dengan kisi lempengan yang kemudian air akan disemprotkan ke udara disekeliling dengan kecepatan 5-7 m/detik. Nosel untuk spray aerator bentuknya bermacam-macam, ada juga nosel yang dapat berputar- putar.

f. *Bubble Aerator* (Aerasi Gelembung Udara)

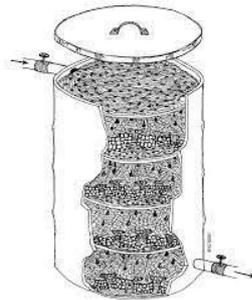


Gambar 2. 12 *Bubble Aerator*

Pada jenis ini udara yang dihasilkan tidak banyak dikarenakan tidak

lebih dari $0,3-0,5 \text{ m}^3 \text{ udara/m}^3 \text{ air}$ dan volume ini dengan mudah bisa dinaikan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bak air yang akan diaerasi.

a. Multiple Tray Aerator



Gambar 2. 13 *Multiple Tray Aerator*

Pada jenis ini terdiri dari suatu rangkaian bak yang disusun seperti rak (*tray*) dan dilubangi pada bagian dasarnya yang kemudian air akan dialirkan dari puncak berupa air terjun kecil yang kemudian didistribusikan secara merata pada masing- masing rak (*tray*) dan dikumpulkan pada suatu bak di bagian dasarnya (*collecting ponds*). Pada jenis ini untuk memperoleh efisiensi perpindahan gas secara maksimum yaitu dengan pemerataan distribusi air yang harus terbagi secara rata. *Multiple Tray Aerator* harus dilengkapi dengan sistem ventilasi yang cukup. Jika unit ini ditempatkan dalam suatu bangunan dimana terdapat pencemaran udara, maka efektivitas dan efisiensi dari unit akan berkurang, karena terjadi kontaminasi dari udara yang masuk dengan kandungan atau unsur-unsur tertentu yang ingin dihilangkan.

Menurut Qasim (2000), secara garis besar desain dan karakteristik operasional aerator dapat digolongkan menjadi beberapa macam, sebagai berikut :

Tabel 2. 6 Desain dan Karakteristik Operasional Aerator

<i>Aerator</i>	Penyisihan	Spesifikasi
<i>Aerator Gravitasi: Cascade</i>	20-45% CO ²	Tinggi 1-3 m Luas: 85-105 m ² /m ² .det kecepatan aliran: 0,3 m/det

2.3.1.6 Filtrasi

Filtrasi merupakan suatu proses pengolahan air yang berguna untuk menyaring air yang telah terkoagulasi dan mengendap. Air perlu dilakukan penyaringan ini supaya dapat menghasilkan air baku dengan kualitas yang lebih baik dan lebih layak pakai (Dyah Indriana; Dyah Wulan; Dwi Jokowinarno, 2020). Cairan yang telah diproses filtrasi atau penyaringan itu disebut dengan filtrat, sedangkan untuk padatan yang tertumpuk di penyaring itu disebut dengan residu (Ma'ruf *et al.*, 2021). Pada filtrasi dapat menghilangkan bakteri, warna, kekeruhan, dan kandungan logam seperti besi. Cara kerja pada filtrasi yaitu partikel-partikel yang cukup besar akan tersaring pada media pasir, sedangkan media zeolite dan arang aktif akan menyaring bakteri dan kandungan logam yang ada pada air. Filter mangan zeolit dapat digunakan untuk menyaring atau menghilangkan zat besi dan mangan, sedangkan filter karbon aktif dapat digunakan untuk menghilangkan kandungan zat organik, polutan mikro, dan dapat menjernihkan air (Dyah Indriana; Dyah Wulan; Dwi Jokowinarno, 2020)..

Dalam filtrasi terdapat beberapa jenis, yaitu *rapid sand filter*, *slow sand filter*, *pressure sand filter*, *multiple media filters*, *diatomaceous earth filters*, *upflow filters* dan lain sebagainya, namun biasanya yang digunakan pada pengolahan air yaitu *rapid sand filter*. Pada *rapid sand filter* memiliki keuntungan yaitu mampu menghasilkan debit air yang lebih banyak, area yang digunakan tidak begitu luas, pasir yang dibutuhkan lebih sedikit, dan waktu yang dibutuhkan relatif lebih cepat, kurang sensitif terhadap perubahan kualitas air baku jika dibandingkan *slow sand filter*. Namun pada jenis ini juga memiliki kekurangan yaitu kurang efektif untuk mengatasi bau dan rasa yang ada pada air yang disaring. Selain itu, debit air yang cepat menyebabkan lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan patogen tidak akan terbentuk sebaik apa yang terjadi pada

slow sand filter sehingga membutuhkan proses desinfeksi yang lebih intensif (Pratama, Handayani and Sujatmoko, 2017).

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:

Single media pasir: UC = 1,3-1,7

ES = 0,45-0,7 mm

Dual media: UC = 1,4-1,9

ES = 0,5-0,7 mm

1. Pasir Cepat

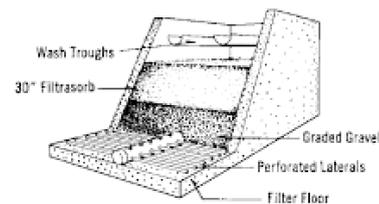
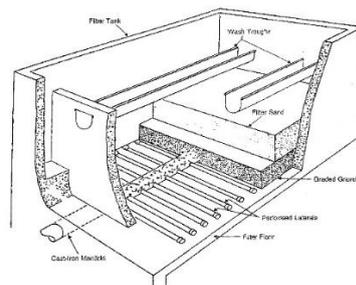


FIGURE 8.8 Rapid gravity filter with manifold and lateral underdrain system. (Source: After C. P. Hoover, Water Supply & Treatment, National Lime Assoc.)

Filter pasir cepat atau rapid sand filter adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi cepat. *Rapid sand filter* memiliki pasir berdiameter 0,2-2,0 mm dan kerikil berdiameter 25-50 mm, kecepatan filtrasi 5,0- 7,0 m³/m² jam. Tebal pasir efektif sekitar 30-70 cm (Pratama, Handayani and Sujatmoko, 2017). 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).

No.	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan pencucian antar saringan
1.	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6-11	6-11
2.	Pencucian: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistem pencucian ▪ Kecepatan (m/jam) ▪ Lama pencucian (menit) ▪ Periode antara dua pencucian (jam) ▪ Ekspansi (%) 	Tanpa/dengan blower & atau surface wash 36-50 10-15 18-24 30-50	Tanpa/dengan blower & atau surface wash 36-50 10-15 18-24 30-50
3.	Dasar filter a. Lapisan penyangga dari atas ke bawah - Kedalaman (mm) ukuran butir (mm) - Kedalaman (mm) ukuran butir (mm) ▪ Kedalaman (mm) ▪ ukuran butir (mm) ▪ Kedalaman (mm)	80-100 2-5 80-100 5-10 80-100 10-15 80-150 15-30	80-100 2-5 80-100 5-10 80-100 10-15 80-150 15-30

2.3.1.7 Desinfeksi

Dalam air minum harus bebas dari mikroorganisme pathogen,

sehingga memerlukan unit desinfeksi dalam pengolahan air minum. Desinfeksi adalah membunuh mikroorganisme yang ada dalam air dan dapat menimbulkan penyakit. Selain itu desinfeksi memiliki fungsi untuk oksidasi zat organik, besi, mangan dan dapat mengontor masalah rasa, warna, pertumbuhan algae (Said, 2007). Dalam desinfeksi terdapat beberapa factor yang dapat mempengaruhi proses, yaitu :

- Jenis desinfeksi
- Jenis mikroorganisme
- Konsentrasi desinfeksi dan waktu kontak
- Pengaruh pH
- Temperature
- Pengaruh kimia dan fisika pada desinfeksi

Dalam desinfeksi terdapat beberapa macam dengan metode yang berbeda, sebagai berikut :

1. Desinfeksi dengan senyawa khlor (chlorine)

Dari ketiga senyawa khlor (HOCl , OCl^- , dan NH_2Cl), asam hipokhlorit merupakan senyawa yang cukup efektif untuk menginaktivasi mikroorganisme dalam air. Dari beberapa jenis tersebut khlor HOCl merupakan yang umumnya digunakan karena sangat efektif untuk inaktivasi pathogen dan bakteri indicator. Pengolahan air dengan pemberian khlor 1 mg/L dengan waktu kontak kurang dari 30 menit umumnya efektif untuk mengurango bakteri dengan jumlah yang cukup besar (Said, 2007).

2. Desinfeksi dengan khlor dioksida

Khlor dioksida tidak membentuk trihalomethan (THM), juga tidak beraksi dengan amonia untuk menjadi Khloramin. Oleh karena itu zat ini banyak digunakan sebagai disinfektan pada pengolahan air minum. Selain itu Khlor dioksida cepat bereaksi dan efektif sebagai disinfektan mikroba, sama bahkan lebih dari kemampuan khlorin dalam inaktivasi bakteri dan virus pada proses pengolahan air dan air buangan (Said, 2007).

3. Disinfeski dengan ozon

Ozon merupakan senyawa yang mampu membunuh bakteri dan mempunyai daya oksidasi yang kuat. Disinfeksi dengan ozon ini sekarang digunakan sebagai disinfektan utama untuk membunuh atau menginaktivasi mikroorganisme patogen dan untuk mengoksidasi zat besi dan mangan, senyawa penyebab rasa dan bau, warna, zat organik, deterjen, fenol serta zat organik lain. Sebagai disinfektan, ozon dapat dengan cepat membunuh virus, bakteri dan jamur serta mikroorganisme lainnya (Said, 2007).

4. Disinfeksi dengan sinar ultraviolet

Disinfektan UV ini efisien pada air minum dikarenakan dapat menghilangkan virus yang merupakan substansi utama penyebar penyakit air dari sumber air tanah. Selain itu disinfeksi UV ini tidak menimbulkan hasil samping senyawa karcinogen atau hasil samping yang bersifat racun, tidak menimbulkan masalah rasa atau bau dan tidak diperlukan penyimpanan dan penanganan bahan kimia beracun. Keuntungan dalam disinfeksi UV yaitu hanya memerlukan ruangan yang kecil (Said, 2007).

2.3.1.8 Reservoir

Reservoir adalah bangunan yang berfungsi untuk menampung air sebelum dialirkan ke pelanggan. Lama penampungan disesuaikan dengan tingkat pemakaian air pada masa jam pemakaian, jam puncak dan pemakaian rata-rata. Air bersih yang ada dalam bak reservoir akan disalurkan dengan menggunakan pompa. Namun reservoir memiliki fungsi utama sebagai penyeimbang antara debit produksi dan debit pemakaian air (Ulfani. 2018). Seringkali untuk waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat selalu sama besarnya dengan debit pemakaian air. Sehingga jika 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.

Dalam reservoir terdapat beberapa jenis reservoir, jika berdasarkan tinggi relative reservoir maka terdapat 2 (dua) jenis, yaitu :

1. Reservoir permukaan (*Ground Reservoir*)

Reservoir permukaan adalah bangunan penampung air bersih yang terletak di bawah permukaan tanah. Keuntungan jenis ini yaitu memiliki biaya yang lebih murah, sedangkan untuk kekurangannya yaitu biaya eksploitasi yang tinggi dan apabila ada gangguan listrik maka pengairannya menjadi terhambat karena menggunakan pompa (Mathematics, 2016).



Gambar 2. 20 Reservoir permukaan

2. Reservoir Menara (*Elevated Reservoir*)

Reservoir menara adalah bangunan penampung air bersih yang terletak lebih tinggi dari daerah pelayanan, sehingga untuk pendistribusiannya menggunakan gaya gravitasi. Keuntungan paada jenis ini yaaitu biaaya eksploitasi rendah dan kemaacetan listrik yang tidak berpengaruh banyak karena tidak menggunakan pompa. Namun kekurangannya adalah terkadang diperlukan Menara air yang tinggisehingga biaya pembuatannya pun cukup mahal (tinggi) (Mathematics, 2016).



Gambar 2. 21 Reservoir menara

Sedangkan jika berdasarkan bahan konstruksinya maka terdapat 2 (dua) jenis, yaitu:

1. Tangki reservoir dari baja

Pada jenis ini memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan tangki beton, akan tetapi reservoir dengan konstruksi baja lebih rentan terhadap karat, oleh sebab itu maka perlu dicat dan dilindungi dengan *Cathodic Protection*.



Gambar 2. 22 Tangki reservoir dari baja

2. Tangki reservoir beton

Pada jenis ini terdapat penutup yang akan menjaga air tetap bersih dan tidak terkontaminasi tetapi jenis ini memiliki biaya konstruksi yang relatif lebih tinggi dibandingkan reservoir baja. Sementara itu untuk tangki beton cetakan tergantung dari ketersediaan cetakannya sehingga membatasi variasi bentuk strukturnya. Biasanya tangki ini berbentuk segi empat ataupun bujur sangkar (Ulfani Zalzilah, 2017).



Gambar 2. 23 Tangki reservoir dari baja

2.4 Persen Removal

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

Tabel 2. 12 Persen Removal Unit Pengolahan

Unit Bangunan	Parameter	Persen Removal (%)	Sumber
Prasedimentasi	Kekeruhan	65%-80%	Reynolds/Richards 2nd, Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, page 130.
Aerasi	Besi (Fe)	60% - 90%	Droste Tahun 1997 Halaman 224 – 225
	Mangan(Mn)	0% - 60%	

Sedimentasi	TSS	80% - 90%	Metcalf & Eddy, Inc Tahun 2003 Halaman 497
	BOD	50% - 80%	
	COD	40% - 70%	Syed R. Qasim Tahun 1999 Halaman 74
Filtrasi	Besi (Fe)	90%	Droste Tahun 1997 Halaman 224 – 225
	Mangan(Mn)	90%	
Desinfeksi	Total Coliform	90%-100%	Droste Tahun 1997 Halaman 224 – 225
	E.Coli	90%-100%	

(Sumber : Hasil Analisis, 2023)

2.5 Profil Hidrolis

Profil hidrolis adalah faktor yang penting terjadinya proses pengaliran air. Profil ini tergantung dari energi tekan atau head tekan (dalam tinggi kolom air) yang tersedia padaa bagi pengaliran. Head ini dapat dalam bentuk beda elevasi (tinggi kerendah) sehingga air dapat mengalir secara gravitasi. Jika dalam head tidak terdapat beda elevasi yang memadai, maka perlu diberikan head tambahan dari luar, yaitu dengan diberikan pompa. Sehingga profil hidrolis digambarkan untuk mendapatkan tinggi muka air pada masing-masing unit instalasi. Pada profil ini akan menunjukkan adanya kehilangan tekanan (head loss) yang terjadi akibat pengaliran pada bangunan. Sebelum membuat profil hidrolis terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, dan diperhitungkan yaitu :

1. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan

Untuk membuat profil hidrolis perlu perhitungan kehilangan tekanan pada bangunan. Kehilangan tekanan akan mempengaruhi ketinggian muka air di dalam bangunan pengolahan. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan ada beberapa macam, yaitu:

- a. Kehilangan tekanan pada pintu.
- b. Kehilangan tekanan pada weir, sekat, ambang dan sebagainya harus dihitung secara khusus.
- c. Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris.
- d. Kehilangan tekanan pada perpipaan.
- e. Kehilangan tekanan pada aksesoris.
- f. Kehilangan tekanan pada pompa.
- g. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok.

2. Tinggi muka air

Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat terjadi kesalahan dalam menentukan elevasi (ketinggian) bangunan pengolahan, dalam pelaksanaan pembangunan sehingga akan dapat mempengaruhi pada proses pengolahan. Kehilangan tekanan bangunan (saluran terbuka dan

tertutup) tinggi terjunan yang direncanakan (jika ada) akan berpengaruh pada perhitungan tinggi muka air. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara :

- a. Menentukan tinggi muka air bangunan pengolahan yang paling akhir.
- b. Tambahkan kehilangan tekanan antara clear well dengan bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air di clear well.
- c. Didapat tinggi muka air bangunan sebelum clear well demikian seterusnya sampai bangunan yang pertama sesudah intake.
- d. Jika tinggi muka air bangunan sesudah intake ini lebih tinggi dari tinggi muka air sumber maka diperlukan pompa di intake untuk menaikkan air.