

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Karakteristik Air Baku

Air baku merupakan bahan dasar dalam proses pengolahan air minum. Sumber air baku yang biasa digunakan berasal dari air hujan, air tanah, air permukaan dan air laut. Umumnya masyarakat lebih sering menggunakan air tanah dan air permukaan sebagai sumber air baku, sedangkan air laut jarang digunakan karena membutuhkan teknologi tinggi dan biaya yang mahal dalam pengolahannya

Dalam sistim pengolahan air minum, penting untuk mengetahui klasifikasi kelas badan air yang akan digunakan, karena hal tersebut sangat mempengaruhi jenis pengolahan yang akan digunakan. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 telah membagi golongan air menurut perentukannya seperti berikut ini :

- Golongan A/I : Air yang dapat digunakan sebagai air minum tanpa pengolahan terlebih dahulu
- Golongan B/II : Air yang bisa digunakan sebagai air baku air minum
- Golongan C/III : Air yang dapat digunakan untuk pertanian dan perikanan
- Golongan D/IV : Air yang dapat digunakan untuk pertanian, usaha di perkotaan, industri , dan pembangkit tenaga listrik

II.1.1. Karakteristik yang Terkandung pada Air Baku

Dalam menentukan kualitas dari sebuah air dapat dilihat dari kandungan- kandungan yang ada didalamnya. Adapun beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui kandungan sebuah air adalah sebagai berikut:

1. Parameter Fisik

Sifat-sifat fisik air relatif mudah untuk diukur dan beberapa diantaranya mungkin dapat dinilai dengan cepat oleh orang awam. Yang termasuk kedalam parameter fisik adalah sebagai berikut :

a. Bau

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

b. Rasa

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

c. 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 biokimia di dalam saluran/ pipa. Mikroorganisma patogen tidak mudah berkembang biak, dan Bila diminum dapat menghilangkan dahaga (Effendi, 2003).

d. Warna

Air minum sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetik dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat disebabkan adanya tannin dan asam humat yang terdapat secara alamiah di air rawa, berwarna kuning muda, menyerupai urine, oleh karenanya orang tidak mau menggunakannya. Selain itu, zat organik ini bila terkena khlor dapat membentuk senyawa-senyawa khloroform yang beracun. Warna pun dapat berasal dari buangan industri (Effendi, 2003)

e. Kekeruhan

Material penyebab kekeruhan adalah *silt/clay* atau bahan organik yang berasal dari limbah, mikroorganisme seperti algae. Selain itu faktor

musim juga dapat mempengaruhi kekeruhan, dimana pada musim kemarau air sungai akan lebih jernih dibandingkan pada musim hujan. 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 yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari 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).

f. Jumlah zat padat tersuspensi TSS (*Total Suspended Solid*)

Materi yang tersuspensi adalah materi yang mempunyai ukuran lebih kecil dari pada molekul/ ion yang terlarut. Materi tersuspensi ini dapat digolongkan menjadi dua, yakni zat padat dan koloid. Zat padat tersuspensi dapat mengendap apabila keadaan air cukup tenang, ataupun mengapung apabila sangat ringan; materi ini pun dapat disaring. Koloid sebaliknya sulit mengendap dan tidak dapat disaring dengan (filter) air biasa.

Materi tersuspensi mempunyai efek yang kurang baik terhadap kualitas air karena menyebabkan kekeruhan dan mengurangi cahaya yang dapat masuk ke dalam air. Oleh karenanya, manfaat air dapat berkurang, dan organisme yang butuh cahaya akan mati. Setiap kematian organisme akan menyebabkan terganggunya ekosistem akuatik. Apabila jumlah materi tersuspensi ini banyak dan kemudian mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang

lebih sering. Apabila zat-zat ini sampai dimuara sungai dari bereaksi dengan air yang asiri, maka baik koloid maupun zat terlarut dapat mengendap di muara muara dan proses inilah yang menyebabkan terbentuknya delta delta. Dapat dimengerti, bahwa pengaruhnya terhadap kesehatanpun menjadi tidak langsung.

2. Parameter Kimiawi

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

a. Nitrat/Nitrogen

Air permukaan sering kali tercemar oleh limbah domestik atau limbah industri amoniak bisa mengandung nitrat tinggi akibat dari proses nitrifikasi. Terdapat beberapa bentuk senyawa nitrogen, yaitu nitrogen organik (dalam bentuk protein, asam amino, dan urea), nitrogen amoniak (garam amonium, dan amoniak), nitrogen nitrit, dan nitrogen nitrat. Air baku dengan kadar org-N dan ammonia-N yang tinggi namun sedikit sekali NO₃-N, menunjukkan adanya limbah yang baru saja dibuang di badan air (Adisuasono et al., 2014).

b. Timbal (Pb)

Air dengan kadar 0,3-0,5 mg/l Pb menyebabkan keracunan pada manusia. Batas maximum pada kadar Pb dalam air minum adalah 0,1 mg/l. umumnya Pb di dalam air terjadi karena bahan penambal sambungan pipa lama (Permenkes 492/MENKES/PER/2010).

c. Fluor (F)

Fluor (F) merupakan salah satu unsur yang melimpah di kerak Bumi. Unsur ini ditemukan dalam bentuk ion fluorida (F). Fluor yang berikatan dengan kation monovalen, misalnya NaF, AgF, dan KF bersifat mudah terlarut; sedangkan fluor yang berikatan dengan kation divalen bersifat

tidak larut dalam air, contohnya CaF_2 , dan PbF_2 . Sumber fluorida di alam adalah fluorspar (CaF_2), cryolite (Na_3AlF_6), dan fluorapatite. Selain itu fluorida juga dapat berasal dari pembakaran batu bara. Fluorida sendiri banyak dimanfaatkan dalam industri besi baja, gelas, pelapisan logam dan aluminium, dan pestisida (Eckenfelder, 1989).

d. Alkalinitas Asiditas

Air pada umumnya memiliki sifat basa (alkalin) dengan pH sedikit diatas normal, hal ini disebabkan oleh kandungan Kalsium/ kalium/ atau magnesium karbonat/bikarbonat. Alkalinity ini penting dalam proses koagulasi, bila alkalinity dalam air baku kurang maka perlu dilakukan penambahan kapur atau Na_2CO_3 , bila kelebihan maka akan mengganggu proses koagulasi. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan dengan baik jenis koagulan yang digunakan agar reaksi dapat berjalan dengan sempurna.

Alkalinitas terkait dengan keberadaan anion bikarbonat, karbonat dan hidroksida. Pada umumnya alkalinity alami terkait dengan anion bikarbonat, sebagai proses pelarutan kapur dalam air. Penyebab acidity adalah CO_2 , baik secara alami atau karena proses pelunakan. CO_2 dinyatakan dalam mg/l CaCO_3 yang diperlukan untuk netralisasi asam karbonat. CO_2 bereaksi dengan air membentuk asam karbonat (H_2CO_3)

e. Derajat Keasaman (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, CO_2 , 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 dari pemberian 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 (Nursaiful, 2004). Kenaikan pH pada perairan akan menurunkan konsentrasi CO₂ terutama pada siang hari ketika proses fotosintesis sedang berlangsung.

f. Kesadahan

Kesadahan air adalah kandungan-kandungan mineral tertentu di dalam air, pada umumnya ion kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat merupakan penyebab utama dari kesadahan sementara. Air yang mengandung ion Ca dan Mg dapat dihilangkan dengan melakukan pemanasan air (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).

g. Besi (Fe) dan Mangan (Mn)

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 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).

h. Klorida

Unsur klor dalam air terdapat dalam bentuk ion klorida (Cl^-). Ion klorida adalah salah satu anion anorganik utama yang ditemukan di perairan alami. Klorida biasanya terdapat dalam bentuk senyawa natrium klorida (NaCl), kalium klorida (KCl) dan kalsium klorida (CaCl_2) (Hefni Effendi, 2003).

Kelebihan garam-garam klorida ini dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang disebabkan oleh tingginya salinitas. Air ini tidak layak untuk pengairan dan keperluan rumah tangga (Achmad, R. 2004).

i. *Dissolved Oxygen (DO)*

Dissolved Oxygen (DO) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesis dan absorpsi atmosfer atau udara. DO di suatu perairan sangat berperan dalam proses penyerapan makanan oleh makhluk hidup dalam air. Untuk mengetahui kualitas air dalam suatu perairan, dapat dilakukan dengan mengamati beberapa parameter kimia seperti DO. Semakin banyak jumlah DO (*Dissolved Oxygen*), maka kualitas air semakin baik. Jika kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin saja terjadi. Satuan DO dinyatakan dalam persentase saturasi (Salmin, 2003).

j. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

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

organik yang lebih besar daripada kadar bahan anorganik terlarut (Effendi, 2003).

k. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical oxygen demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi atau banyaknya oksigen-oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO₂ dan H₂O.

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. Bakteri

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. Virus

Virus merupakan mikroorganisme yang lebih kecil dari pada bakteri yang memerlukan media coli untuk hidup dan beraktifitas. Yang perlu

diwaspadai adalah virus penyebab penyakit poliomyelitis, infectious hepatitis, dan kemungkinan gastroenteritis.

c. Algae / Ganggang

Tumbuhan bersel tunggal dengan berbagai bentuk dan ukuran ini hidup dalam air yang tenang/ tergenang dengan kadar nutrient yang memadai. Beberapa jenis algae membentuk filament yang menimbulkan kekeruhan/ warna, sehingga menyebabkan filter cepat buntu. Akibat buruk yang ditimbulkannya adalah rasa dan bau dalam air minum.

Ada beberapa jenis algae, yaitu chlorophycene atau ganggang hijau, cyanophyceae/ ganggang biru dan diatomeae. Algae memerlukan cahaya matahari yang cukup untuk hidup. Sumber makanan utama algae adalah bahan organik senyawa nitrogen dan fosfor serta CO₂. Algae tidak menyebabkan penyakit pada manusia. Bau/ rasa yang ditimbulkannya berasal dari minyak hasil pembuangan limbah organik atau cell setelah kematiannya. Pengendalian populasi dengan pemberian CuSO₄.

d. Protozoa

Protozoa merupakan binatang bersel tunggal, berinti sejati (eukarotik) dan tidak memiliki dinding sel. Bentuk sel dan ukuran tubuhnya protozoa sangat bervariasi. Habitat protozoa hidup di air atau di tempat yang basah yang pada umumnya hidup bebas dan terdapat di lautan, lingkungan air tawar, atau daratan. Klasifikasi protozoa dibagi menjadi 4 kelas, yaitu rhizopoda (sarcodina), flagellata (mastigophora), ciliata (ciliophora), sporozoa.

Protozoa yang perlu diwaspadai adalah dari jenis endamoeba dapat mengganggu kesehatan manusia yang menyebabkan penyakit disentri dan diare. Disinfeksi adalah memusnahkan mikro-organisme yang dapat menimbulkan penyakit. Disinfeksi merupakan benteng manusia terhadap paparan mikro- organisme patogen penyebab penyakit, termasuk di dalamnya virus, bakteri dan protozoa parasit (Bitton, 1994).

e. Fungi / Jamur

Jamur merupakan tumbuhan yang tidak mempunyai klorofil sehingga dapat hidup tanpa memerlukan cahaya. Jamur dapat bertahan hidup dengan lingkungan yang memiliki kelembapan berlebihan, kurangnya ventilasi, atau suhu yang rendah sehingga jamur dapat hidup dalam pipa distribusi air minum dengan debit aliran air yang rendah dengan jangka waktu yang lama. Jamur yang mati pada dalam pipa dapat menimbulkan bau tidak sedap. Proses pemberian desinfeksi dapat memusnahkan adanya jamur.

f. Actinomycetes

Actinomycetes adalah organisme tanah yang memiliki sifat-sifat umum yang dimiliki oleh bakteri dan jamur tetapi juga mempunyai ciri khas yang cukup berbeda yang membatasinya menjadi satu kelompok yang jelas berbeda (Rao,1994). Actinomycetes menyebabkan air minum berbau tanah, dan lumpur. Apabila air yang memiliki bau dan rasa tidak sedap maka air tersebut tidak baik untuk dikonsumsi oleh manusia.

g. Cacing

Pada umumnya konsumen air mengeluh tentang cacing kecil di dalam air yang berwarna merah atau abu-abu di dasar tendon atau bak mandi. Jenis yang merah merupakan larva lalat chironomus. Cacing jenis ini tidak menimbulkan rasa/ bau pada air minum. Pada umumnya, pengendalian dilakukan dengan menguras dan membersihkan unit pengolahan yang mengandung larva dalam jumlah besar tersebut. Cacing jenis ini tidak mati hanya dengan klorinasi, sehingga sulit dalam pengendaliannya (Wahyono Hadi, 2012).

II.2. 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 (plastic, kertas, kayu, bangkai, dll), lumpur, kasar (grit), dan partikel diskret. Jenis 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 :

1. Penyaringan dan Pengendapan

Penyaringan pada air baku menggunakan screen yang berfungsi untuk memisahkan air dari sampah-sampah dalam ukuran besar, seperti daun, rumput, pasir dan lain - lain. Berdasarkan ukurannya screen dibagi menjadi tiga, yaitu mikro screen, fine screen, coarse screen. Benda - benda yang tersaring oleh screen akan dibersihkan secara rutin, oleh sebab itu screen dibagi menjadi dua berdasarkan metode pembersihannya, yaitu manual screen dan mekanik screen. Pengendapan dimaksudkan untuk memisahkan solid-liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi. Ditinjau dari jenis partikel yang diendapkan,

pengendapan dibedakan menjadi dua macam, yaitu prasedimentasi dan sedimentasi.

2. Koagulasi dan Flokulasi

Air baku dari air permukaan mengandung bahan-bahan yang tersusun oleh partikel koloid yang merupakan partikel yang tidak dapat mengendap secara alami karena adanya stabilitas suspensi koloid. Stabilitas koloid terjadi karena gaya tarik van der Waal's dan gaya tolak/repulsive elektrostatis serta gerak brown.

Kestabilan koloid dapat dikurangi dengan proses koagulasi (proses destabilisasi) melalui penambahan bahan kimia dengan muatan berlawanan. Terjadinya muatan pada partikel menyebabkan antar partikel yang berlawanan cenderung bergabung membentuk inti flok. Proses koagulasi selalu diikuti oleh proses flokulasi, yaitu penggabungan inti flok atau flok kecil menjadi flok yang berukuran besar.

Proses koagulasi-flokulasi terjadi pada unit pengaduk cepat dan pengaduk lambat. Pada bak pengaduk cepat, dibubuhkan bahan kimia (disebut koagulan). Pengadukan cepat dimaksudkan agar koagulan yang dibubuhkan dapat tercampur secara merata/homogen. Pada bak pengaduk lambat, terjadi pembentukan flok yang berukuran besar hingga mudah diendapkan pada bak sedimentasi.

3. Sedimentasi

Sedimentasi bertujuan untuk memisahkan solid dari liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid. Sedimentasi dimaksudkan untuk menyisahkan padatan tersuspensi dalam air dengan cara mengendapkannya secara gravitasi. Jenis partikel yang diendapkan adalah partikel flokulen, yaitu partikel yang dihasilkan dari koagulasi-flokulasi.

4. Penyaringan/Filtrasi

Filtrasi merupakan proses alami yang terjadi di dalam tanah, yaitu air tanah melewati media berbutir dalam tanah dan terjadi proses penyaringan. Dengan meniru proses alam ini, dikembangkan rekayasa dalam bentuk unit filter. Tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel yang tersuspensi dan koloid dengan cara menyaringnya menggunakan media filter. Selain itu filtrasi juga dapat menghilangkan bakteri secara efektif dan juga membantu penyisihan warna, rasa, bau, besi dan mangan (Ali Masduqi, 2012).

Karena pada proses pengendapan tidak semua gumpalan kotor dapat diendapkan. Butiran gumpalan kotoran dengan ukuran yang besar dan berat akan mengendap, sedangkan yang berukuran kecil dan ringan masih melayang-layang ke dalam air. Untuk mendapatkan air yang jernih, perlu dilakukan proses penyaringan dengan mengalirkan air yang telah diendapkan kotorannya ke bak penyaring yang terdiri dari saringan pasir silika.

5. Reservoir

Reservoir berfungsi sebagai tempat penampungan air bersih yang telah disaring melalui filter, air ini sudah menjadi air yang bersih yang siap digunakan dan harus dimasak terlebih dahulu untuk kemudian dapat dijadikan air minum. Pengolahan tidak lengkap dilakukan bila kualitas air baku sebagian telah memenuhi persyaratan dan sebagian kecil belum memenuhi persyaratan. Proses pengolahan air minum yang umum dilakukan untuk air tanah (misalnya air tanah dalam) adalah proses yang tidak selengkap pengolahan air permukaan. Adapun bangunan pengolahan yang diperlukan sangat tergantung dari proses yang diperlukan. Biasanya air baku yang akan diolah mempunyai karakteristik yang spesifik, misalnya konsentrasi Fe dan Mn yang tinggi memerlukan aerasi sehingga diperlukan bangunan aerasi.

II.3. Unit Instalasi Pengolahan Air

II.3.1. Intake (Saluran Pembawa)

Bangunan ini berfungsi sebagai penyadap air baku, Bangunan ini dilengkapi dengan Screen, agar dapat melindungi perpipaan dan pompa dari

kerusakan atau penyumbatan – penyumbatan yang diakibatkan oleh adanya material melayang atau mengapung.

Jenis – Jenis Intake :

- a. River intake
- b. Direct intake
- c. Canal intake
- d. Dam intake (reservoir intake)
- e. Spring intake

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

Cara kerja River Intake :

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

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

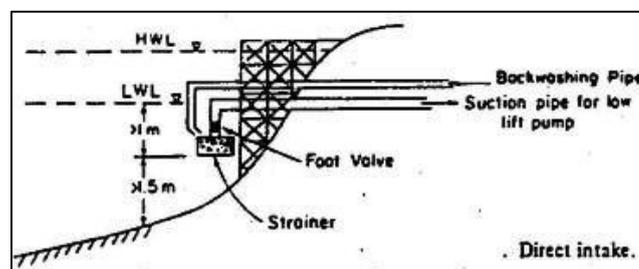
Persyaratan lokasi penempatan bangunan pengambilan (intake) :

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

- b. Penempatan bangunan pengambilan pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (terhadap longsor dan lain-lain);
- c. Konstruksi bangunan pengambilan harus aman terhadap banjir air sungai, terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa dan gaya angkat air (up- lift);
- d. Penempatan bangunan pengambilan disusahakan dapat menggunakan sistem gravitasi dalam pengoperasiannya;
- e. Dimensi bangunan pengabilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian;
- f. Dimensi inlet dan outlet dan letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air;
- g. Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air baku;
- h. Konstruksi bangunan pengambilan direncanakan dengan umur pakai (*lifetime*) minimal 25 tahun;
- i. Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007).

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

a. Bangunan Penyadap Langsung (*Direct Intake*)



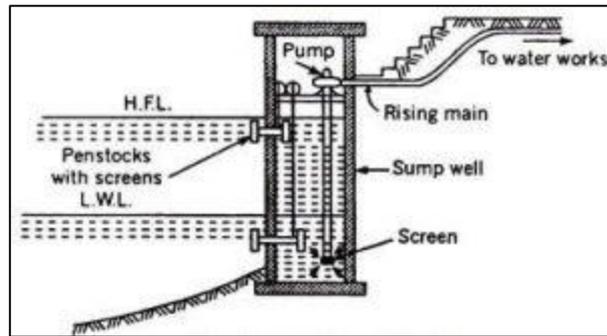
Gambar 2.1. *Direct Intake*

(*Sumber : Kawamura, 2000*)

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

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

- *River Intake*

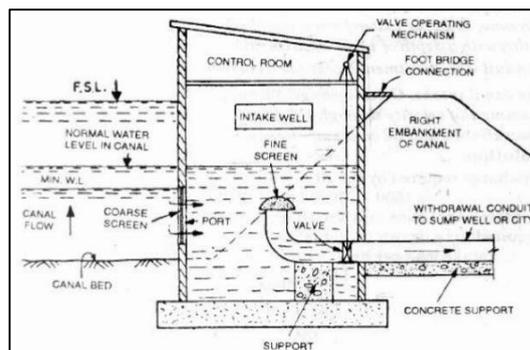


Gambar 2.2. *River Intake*

(Sumber : <https://dreamcivil.com/intake-structure/>)

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

- *Canal Intake*

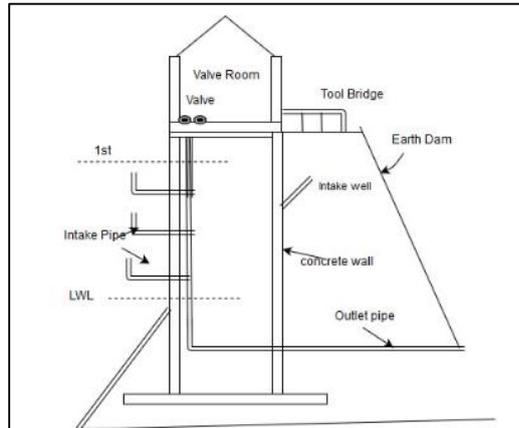


Gambar 2.3. *Canal Intake*

(Sumber : <https://www.slideshare.net/skpatil001/intake-structures>)

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

- *Reservoir Intake*



Gambar 2.4. *Reservoir Intake*

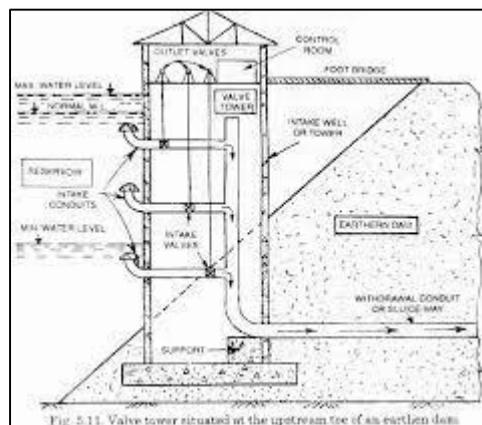
(Sumber : <https://www.ques10.com/p/34138/explain-various-types-of-intake-structures/>)

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

- *Spring Intake*

Digunakan untuk air baku dari mata air atau air tanah.

- *Intake Tower*

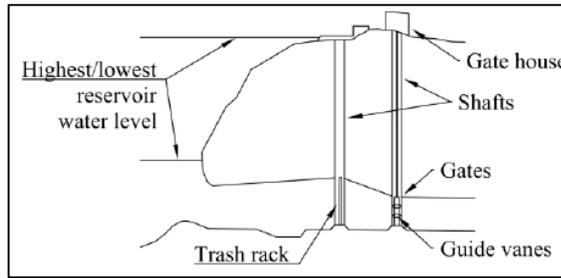


Gambar 2.5. *Intake Tower*

(Sumber : <https://www.gla.ac.in/pdf/intake-for-water-collection.pdf>)

Digunakan untuk air permukaan.

- *Gate Intake*



Gambar 2.6. *Gate Intake*

(Sumber : https://www.researchgate.net/figure/Schematic-side-view-of-the-intake-gates-at-Homstol-reservoir_fig3_284727515)

Gate Intake ditunjukkan pada **Gambar 2.6.** *Gate Intake* berfungsi sebagai *screen* dan sebagai pintu air pada prasedimentasi.

Dalam perencanaan ini digunakan tipe *River Intake* karena ekonomis dan sesuai dengan kondisi air sungai yang memiliki perbedaan level muka air saat musim hujan dan musim kemarau. Rumus yang digunakan dalam perencanaan *River Intake* adalah sebagai berikut.

a. Mencari Debit Tiap Intake

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

Keterangan :

- Q : Debit (m³/s)
- ΣPipa : Jumlah Pipa Intake

b. Mencari Luas Penampang Pipa Inlet

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

Keterangan :

- A : Luas Penampang (m²)
- Q : Debit (m³/s)
- v : Kecepatan (m/s)

c. Mencari Diameter Pipa Inlet

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

Keterangan :

D : Diameter Pipa (m)

A : Luas Penampang (m²)

d. Rumus Umum Kecepatan (v)

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

Keterangan :

v : Kecepatan (m/s)

Q : Debit (m³/s)

A : Luas Penampang (m²)

e. Head Losses Mayor Sepanjang Pipa (Hf Mayor)

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

Keterangan :

Hf Mayor : Headlosses Mayor (m)

Q : Debit (m³/s)

L : Panjang Pipa (m)

C : Koefisien Kekasaran Pipa

D : Diameter Pipa (m)

f. Head Losses Minor (Hf Minor)

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

Keterangan :

Hf Minor : Headlosses Minor (m)

k : Koefisien kehilangan energi

v : Kecepatan (m/s)

g : Percepatan Gravitasi (0,98 m²/s)

g. Mencari Slope Pipa

$$S \text{ HWL} = \frac{Hf}{L} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

S : Slope Pipa (m/m)

Hf : Headlosses (m)

L : Panjang Pipa (m)

h. Jumlah Kisi pada *Bar Screen*

$$D = n \times d \times (n + 1) \times r \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

D : Lebar Screen (m)

n : Jumlah Kisi

d : Lebar Batang Kisi (m)

r : Jarak Antarkisi (m)

i. Mencari *Velocity Head* (hv)

$$hv = \frac{vc^2}{2g} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

hv : *Velocity Head* (m)

v : Kecepatan (m/s)

g : Percepatan Gravitasi (0,98 m²/s)

j. Headloss melalui screen (Hf Screen)

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

Keterangan :

β : Koefisien Minor Losses (m)

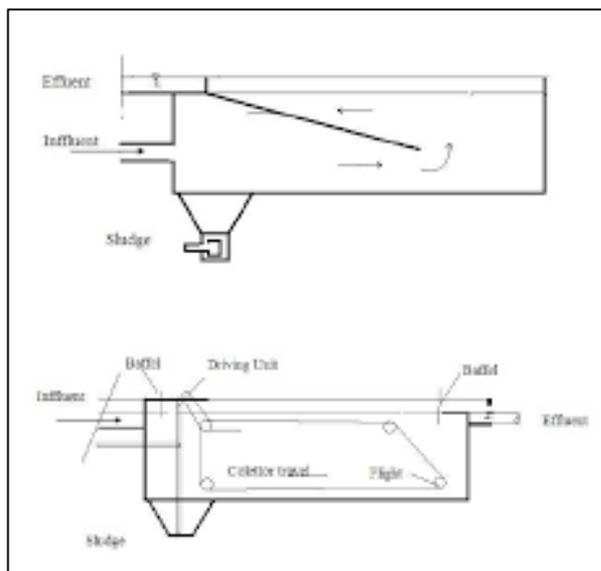
w : Lebar bar (cm)

b : Jarak antarbar (cm)

II.3.2. Prasedimentasi

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

partikel, serta karakteristik aliran (Reynolds & Richards, 1996). Unit prasedimentasi dapat dilihat pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2.7. Unit Prasedimentasi

(Sumber : <http://caracararaaa.blogspot.com/2015/09/makalah-pam-sedimentasi.html>)

Bak pengendap pertama terdiri dari empat ruangan fungsional yaitu:

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

Menurut Metcalf & Eddy (2003) terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan untuk mendesain unit prasedimentasi, antarlain: detention time, overflow rate, average flow, peak hourly flow, dan weir loading. Kriteria desain unit prasedimentasi dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Desain Tipikal Prasedimentasi

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.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.d	10.000-40.000	20.000	m ³ /m ² .d	125-500	250

Sumber : Metcalf & Eddy. 2003. page 398

Berikut adalah rumus-rumus yang dipakai pada perencanaan unit prasedimentasi.

a. Zona Inlet

1) Luas Permukaan Pintu Air

$$A = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

A : Luas Permukaan Pintu Air (m²)

Q : Debit (m³/s)

V : Kecepatan Aliran (m/s)

2) Headloss di Saluran Pengumpul

$$v = \frac{1}{n} \left(\frac{w \times h}{w + 2h} \right)^{2/3} \left(\frac{H_f}{L} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

w : Lebar Saluran Pengumpul (m)

n : Koefisien Manning

h : Tinggi Saluran Pengumpul (m)

L : Panjang Saluran pengumpul (m)

H_f : Headloss (m)

3) Headloss Pintu Air (Hf)

$$Hf = \frac{Q}{2,746 \times H^{4/3} \times Lp} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

Hf : Headloss (m)

Q : Debit (m³/s)

h : Tinggi Saluran Pengumpul (m)

Lp : Lebar Saluran Pengumpul (m)

b. Zona Pengendapan

1) Kecepatan Pengendapan

$$vs = \frac{g}{18} \times \frac{(ss-1)dp^2}{v} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

vs : Kecepatan Pengendapan (m/s)

g : Percepatan Gravitasi (m/s²)

ss : Berat Jenis Partikel

dp : Diameter Partikel (m)

v : Viskositas Kinematis (m²/s)

2) Kecepatan Aliran (Vh)

$$Vh = \frac{L}{td} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

Vh : Kecepatan Aliran (m/s)

L : Panjang Bak (m)

td : Waktu Detensi (s)

3) Bilangan Reynold (NRe)

$$NRe = \frac{vh \times R}{\mu} \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

Vh : Kecepatan Aliran (m/s)

R : Jari-jari Hidrolis (m)

μ : Absolut Viskositas (m/s)

4) Bilangan Froude (NFr)

$$NFr = \frac{vh^2}{g \times R} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

Vh : Kecepatan Aliran (m/s)

R : Jari-jari Hidrolis (m)

g : Percepatan Gravitasi (m/s²)

5) Kecepatan Scouring/Penggerusan (Vsc)

$$Vsc = \sqrt{\frac{8 \cdot \beta \cdot g}{\lambda} \times \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \times dp} \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan :

Vsc : Kecepatan Penggerusan (m/s)

Kontrol Penggerusan : $\beta = 0,02-0,12$; $\lambda = 0,03$

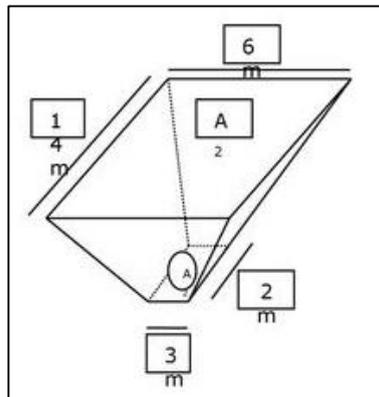
ρ sludge (ρ_s) : 2650 kg/m³

ρ air (ρ_w) : 997 kg/m³

dp : Diameter Partikel (m)

c. Zona Lumpur

Ruang lumpur berbentuk limas terpancung ditunjukkan pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2.8. Ruang Lumpur Bentuk Limas Terpancung

(Sumber : <https://slideplayer.info/slide/12476367/>)

$$V = \frac{1}{3} \times t \times (A1 + A2 + (\sqrt{A1 \times A2})) \dots \dots \dots (2.19)$$

Keterangan :

V : Volume Ruang Lumpur (m³)

t : Tinggi Ruang Lumpur (m)

A1 : Luas Atas (m²)

A2 : Luas Bawah (m²)

d. Zona Outlet

Apabila Menggunakan Saluran Pelimpah :

- 1) Tinggi Peluapan melalui V notch (H)

$$Q = \frac{8}{15} \times Cd \times \sqrt{2g} \tan \frac{\theta}{2} \times h^{5/2} \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan :

Q : Kapasitas Tiap Bak (m³/s)

Cd : Koefisien Drag

g : Percepatan Gravitasi (m/s²)

h : Tinggi Air di Atas Saluran Pelimpah (m)

- 2) Saluran Pengumpul

$$Q = 1,84 \times b \times h^{3/2} \dots \dots \dots (2.21)$$

Keterangan :

Q : Kapasitas Tiap Bak (m³/s)

b : Lebar Pelimpah/Gutter (m)

h : Tinggi Air di Atas Saluran Pelimpah (m)

II.3.3. Aerasi

Aerasi adalah suatu proses penambahan udara/oksigen dalam air dengan membawa air dan udara ke dalam kontak yang dekat, dengan cara menyemprotkan air ke udara (air ke dalam udara) atau dengan memberikan gelembung-gelembung halus udara dan membiarkannya naik melalui air (udara ke dalam air).

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

Adapun tujuan dari aerasi adalah

1. Penambahan jumlah oksigen (O_2),
2. Penurunan jumlah *Carbon dioxide* (CO_2) dan
3. Menghilangkan *Hydrogen sulfide* (H_2S), *Methan* (CH_4) dan berbagai senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan dengan rasa dan bau

Hasil pengolahan air dengan metoda aerasi bermanfaat untuk menghasilkan air minum yang baik. Penurunan jumlah karbon dalam air sehingga bisa berbentuk dengan *Calcium carbonat* ($CaCO_3$) yang dapat menimbulkan masalah.

Aerasi secara luas telah digunakan untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan jumlah besi dan mangan terlalu tinggi zat tersebut memberikan rasa pahit pada air, menghitamkan pemasakan beras dan memberikan noda hitamkecoklat-coklatan pada pakaian yang dicuci.

Oksigen yang berada di udara, melalui proses aerasi ini akan selanjutnya akan bereaksi dengan senyawa ferus dan manganous terlarut merubah menjadi *Ferric* (Fe) dan *Manganic oxide hydrates* yang tidak bisa larut. Setelah itu dilanjutkan dengan pengendapan (sendimentasi) atau penyaringan (filtrasi). Perlu dicatat bahwa oksidasi terhadap senyawa besi dan mangan di dalam air yang kecil (*waterfall*) aerators/aerator air terjun). Atau dengan mencampur air dengan gelembung- gelembung udara (*bubble aerator*). Dengan kedua cara tersebut jumlah oksigen pada air bisa dinaikan 60 – 80% (dari jumlah oksigen yang tertinggi, yaitu air yang mengandung oksigen sampai jenuh) pada aerator air terjun (*waterfall aerator*) cukup besar bisa menghilangkan gas-gas yang terdapat dalam air.

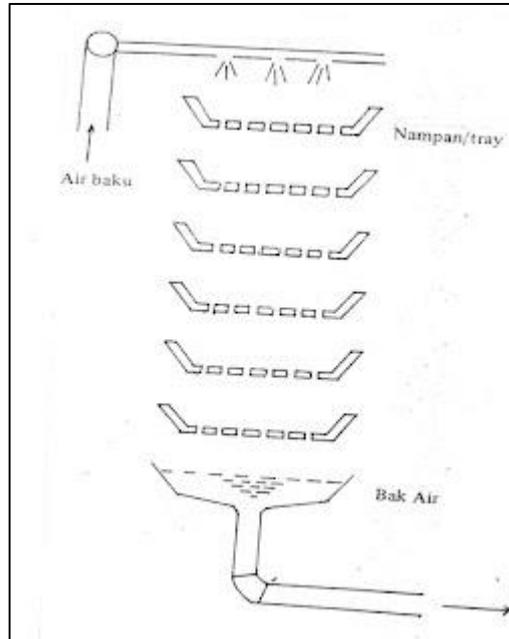
Penurunan *Carbon dioxide* (CO_2) oleh *waterfall aerators* cukup berarti, tetapi tidak memadai apabila dari yang sangat corrosive. Pengelolaan selanjutnya seperti pembubuhan kapur atau dengan sarigan marmar atau dolomite yang dibakar masih dibutuhkan.

Jenis-Jenis Metode Aerasi

- a. *Waterfall aerator* (aerator air terjun)

Pengolahan air aerasi dengan metode *Waterfall/Multiple aerator*

seperti pada gambar, susunannya sangat sederhana, ekonomis, dan tidak memerlukan banyak ruang. *Waterfall aerator* dapat dilihat pada **Gambar 2.9**.

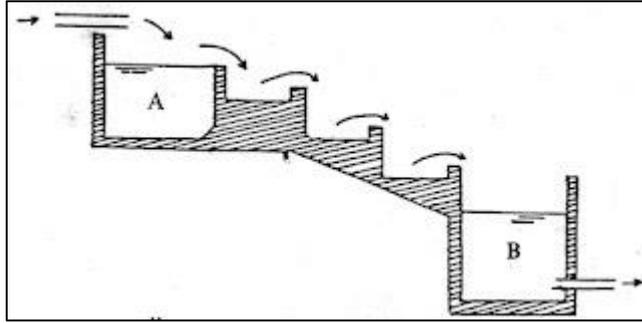


Gambar 2.9. *Waterfall Aerator*

(Sumber : <http://informasikesling.blogspot.com/2016/10/aerasi-pengertian-tujuan-dan-berbagai.html>)

b. *Cascade Aerator*

Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4-6 step/tangga, setiap step kira-kira ketinggian 30 cm dengan kapasitas kira-kira ketebalan 0,01 m³/det per meter². Untuk menghilangkan gerak putaran (turbulence) guna menaikkan efisiensi aerasi, hambatan sering ditepi peralatan pada setiap step. Dibanding dengan tray aerators, ruang (tempat) yang diperlukan bagi cascade aerators agak lebih besar tetapi total kehilangan tekanan lebih rendah. Keuntungan lain adalah tidak diperlukan pemeliharaan. Ilustrasi *Cascade Aerator* dapat dilihat pada **Gambar 2.10**.

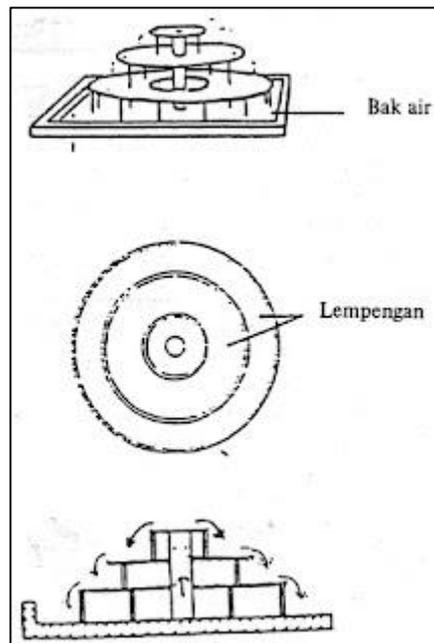


Gambar 2.10. *Cascade Aerator*

(Sumber : <http://informasikesling.blogspot.com/2016/10/aerasi-pengertian-tujuan-dan-berbagai.html>)

c. *Multiple Plat Form Aerator*

Multiple Plat form Aerator memakai prinsip yang sama, lempengan-lempengan untuk menjatuhkan air guna mendapatkan kontak secara penuh udara terhadap air. Ilustrasi *Multiple Plat form Aerator* dapat dilihat pada **Gambar 2.11**.

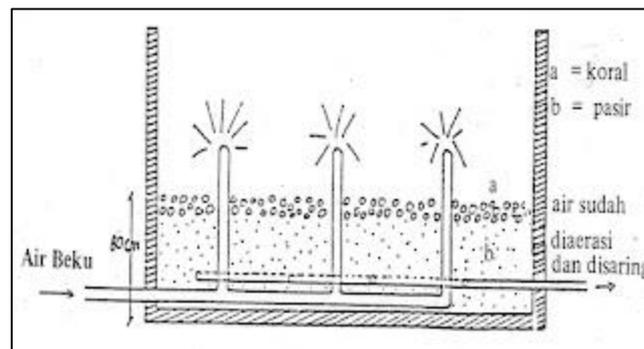


Gambar 2.11. *Multiple Plat Form Aerator*

(Sumber : <http://informasikesling.blogspot.com/2016/10/aerasi-pengertian-tujuan-dan-berbagai.html>)

d. *Spray Aerator* (Aerator Semprot)

Terdiri atas nosel penyemprot yang tidak bergerak (*Stationary nozzles*) dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara disekeliling pada kecepatan 5-7 m /detik. Spray aerator sederhana dierlihatkan pada gambar, dengan pengeluaran air kearah bawah melalui batang-batang pendek dari pipa yang panjangnya 25 cm dan diameter 15 -20 mm. piringan melingkar ditempatkan beberapa centimeter di bawah setiap ujung pipa, sehingga bisa berbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi tetesan-tetesan yang halus. Nozel untuk *spray aerator* bentuknya bermacam-macam, ada juga nosel yang dapat berputar-putar. lustrasi *Spray Aerator* dapat dilihat pada **Gambar 2.12**.

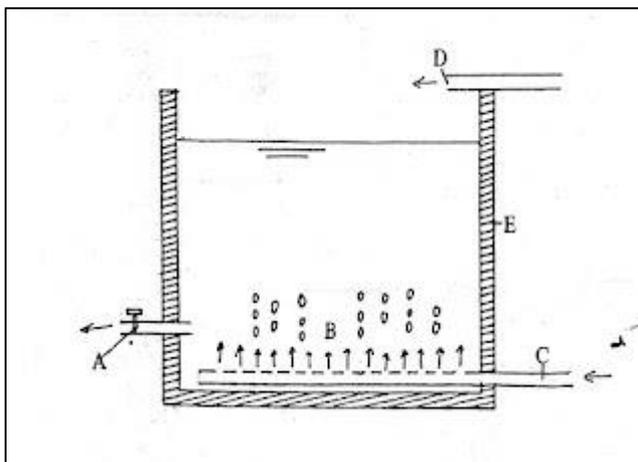


Gambar 2.12. *Spray Aerator*

(Sumber : <http://informasikesling.blogspot.com/2016/10/aerasi-pengertian-tujuan-dan-berbagai.html>)

e. *Bubble Aerator* (Aerator Gelembung Udara)

Jumlah udara yang diperlukan untuk aerasi bubble (aerasi gelembung udara) tidak banyak, tidak lebih dari 0,3 – 0,5 m³ udara/m³ air dan volume ini dengan mudah bisa dinaikan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari bak air yang akan diaerasi. Ilustrasi *Bubble Aerator* dapat dilihat pada **Gambar 2.13**.



Gambar 2.13. *Bubble Aerator*

(Sumber : <http://informasikesling.blogspot.com/2016/10/aerasi-pengertian-tujuan-dan-berbagai.html>)

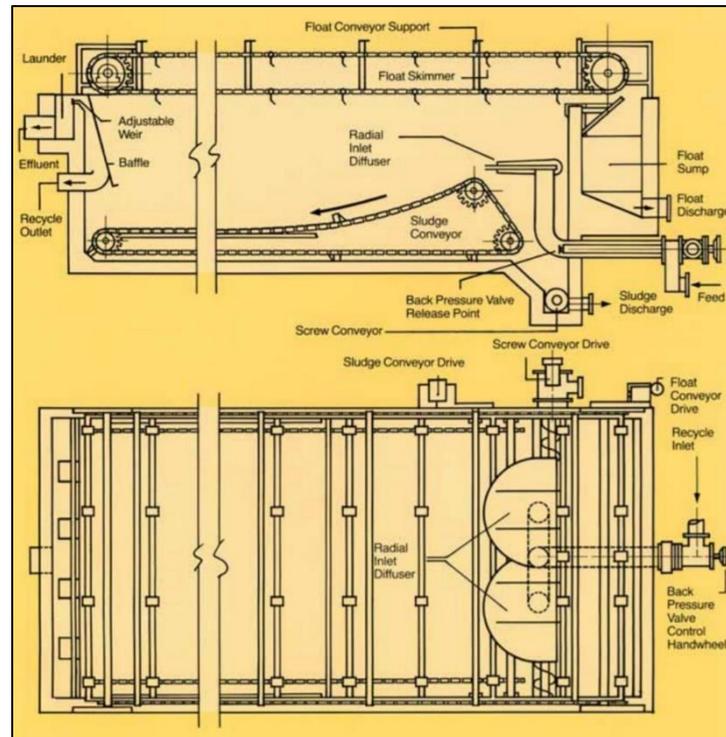
II.3.4. Dissolved Air Flotation (DAF)

DAF adalah proses penyisihan minyak dan lemak yang melibatkan proses pemecahan emulsi di dalamnya. Dalam prosesnya, emulsi pada minyak dan lemak pada limbah dapat dipecahkan menggunakan berbagai cara, diantaranya proses pemanasan, destilasi, pelepasan gelembung udara, pembubuhan senyawa kimia, sentrifugasi, hingga filtrasi. Di antara proses tersebut, proses ultrafiltrasi merupakan proses yang paling efektif dalam memisahkan minyak dan asam lemak dari limbah industri yang diolah.

Pada sistem (DAF), udara dilarutkan didalam cairan di bawah tekanan beberapa atmosfer sampai jenuh, kemudian dilepaskan ke tekanan atmosfer. Akibat terjadinya perubahan tekanan maka udara yang terlarut akan lepas kembali dalam bentuk gelembung yang halus (30-120 mikron).

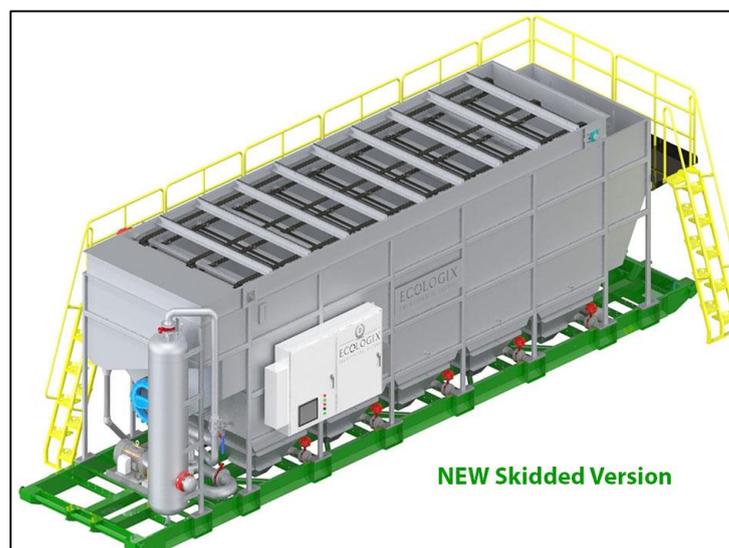
Ukuran gelembung udara sangat menentukan dalam proses flotasi, makin besar ukuran gelembung udara, kecepatan naiknya juga makin besar, sehingga kontak antara gelembung udara dengan partikel tidak berjalan dengan baik. Dengan demikian proses flotasi menjadi tidak efektif. Unit

DAF ditunjukkan pada **Gambar 2.14.** dan **Gambar 2.15.** berikut ini.



Gambar 2.14. Bangun Rancang Unit DAF

(*Sumber : EIMCO Water Technologies, 2007*)



Gambar 2.15. Unit DAF

(*Sumber : <https://www.ecologixsystems.com/dissolved-air-flotation-e-series/>*)

Dalam unit DAF terdapat proses koagulasi-flokulasi dan flotasi. Serangkaian proses ini memungkinkan kinerja Instalasi Pengolah Air

Minum yang cepat, efisien, dan tidak membutuhkan banyak ruang karena unit DAF dimodifikasi sedemikian rupa agar lebih ringkas. Proses pengolahan yang terjadi dalam DAF adalah sebagai berikut.

a. Koagulasi-Flokulasi

Koagulasi-Flokulasi bertujuan untuk menyatukan partikel koloid sehingga membentuk partikel ukuran lebih besar yang selanjutnya dapat dipisahkan dengan cara yang lebih efisien melalui sedimentasi, flotasi, atau penyaringan dengan menambahkan bahan koagulan (Dalimunthe, 2007; Shammass & Wang, 2016).

Koagulan atau Flokulan dibubuhkan ke dalam air yang dikoagulasi yang bertujuan untuk memperbaiki pembentukan flok dan untuk mencapai sifat spesifik flok yang diinginkan. Koagulan adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif partikel (Pulungan, 2012). Jenis-jenis koagulan yang digunakan dalam pengolahan air dapat dilihat pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2.2. Jenis-Jenis Koagulan

Nama Koagulan	Formula	Bentuk	Reaksi dengan Air	pH Optimum
Alumunium Sulfat	$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$ x = 14,16,18	Bongkah, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
Sodium aluminat	$Na_2Al_2O_4$	Bubuk	Basa	6,0 - 7,8
Polyaluminium 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	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Kristal halus	Asam	>8,5

Sumber : Amanda, Satyanto, dan Budi Saputra. 2008. *Evaluasi Pemberian Dosis Koagulan Alumunium Sulfat Cair dan Bubuk pada Sistem Dosing Koagulan di Instalasi Pengolahan Air Minum PT. Krakatau Tirta Industri.*

Penambahan dosis koagulan yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan kekeruhan yang lebih rendah. Dosis koagulan yang dibutuhkan untuk pengolahan air tidak dapat diperkirakan berdasarkan kekeruhan, tetapi harus ditentukan melalui percobaan pengolahan. Tidak setiap kekeruhan yang tinggi membutuhkan dosis koagulan yang tinggi. Jika kekeruhan dalam air lebih dominan disebabkan oleh lumpur halus atau lumpur kasar maka kebutuhan akan koagulan hanya sedikit, sedangkan kekeruhan air yang dominan disebabkan oleh koloid akan membutuhkan koagulan yang banyak. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi koagulan yaitu:

1. Pengaruh pH

Pada Koagulan terdapat range pH optimum. Luasnya range pH koagulen ini dipengaruhi oleh jenis-jenis konsentrasi koagulen yang dipakai. Hal ini penting untuk menghindari adanya kelarutan koagulan. Proses koagulan pH yang terbaik adalah 7 (netral)

2. Pengaruh Temperatur

Pada temperatur yang rendah reaksi lebih lambat dan viskositas air menjadi lebih besar sehingga flok lebih sukar mengendap.

3. Dosis Koagulan

Air dengan kekeruhan yang tinggi memerlukan dosis koagulan yang lebih banyak. Dosis koagulan persatuan unit kekeruhan rendah, akan lebih kecil dibandingkan dengan air yang mempunyai kekeruhan yang tinggi, kemungkinan terjadinya tumbukan antara partikel akan berkurang dan netralisasi muatan tidak sempurna, sehingga mikroflokk yang terbentuk hanya sedikit, akibatnya kekeruhan akan naik. Dosis koagulen yang berlebihan akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat.

4. Pengadukan (*mixing*)

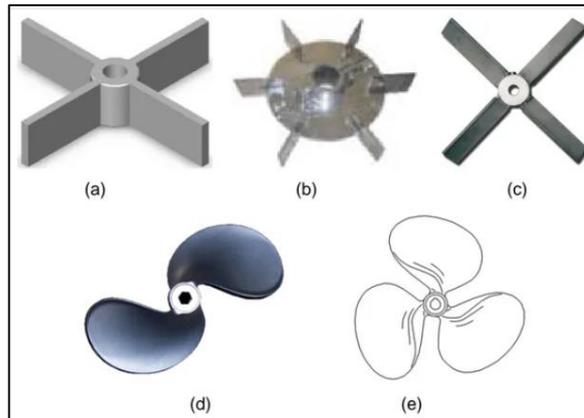
Pengadukan diperlukan agar tumbukan antara partikel untuk netralisasi menjadi sempurna. Distribusi dalam air cukup baik dan merata, serta masukan energi yang cukup untuk tumbukan antara partikel yang telah netral sehingga terbentuk mikroflokk. Pada proses koagulasi ini

pengadukan dilakukan dengan cepat. Air yang memiliki kekeruhan rendah memerlukan pengadukan yang lebih banyak dibandingkan dengan air yang mempunyai kekeruhan tinggi.

5. Pengaruh Garam

Garam-garam ini dapat mempengaruhi proses suatu 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).

Koagulasi atau pengadukan cepat dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu: pengadukan mekanis, hidrolis, dan pneumatis. Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle* (pedal), *turbine*, dan *propeller* (baling- baling). Bentuk ketiga *impeller* dapat dilihat pada **Gambar 2.16**. Kriteria *impeller* dapat dilihat pada **Tabel 2.3**. Faktor penting dalam perancangan alatpengaduk mekanis adalah dua parameter pengadukan yaitu G dan td . **Tabel 2.4** 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 2.5**.



Gambar 2.16. Tipe tuabiner dan propeller

(a) turbin blade lurus, (b) turbine blade dengan piringan, (c) turbin dengan blade menyerong, (d) propeller 2 blade, (e) propeller 3 blade

(Sumber : Qasim et al, 2000)

Tabel 2.3. Kriteria Impeller

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

Sumber : Reynolds & Richards, 1996. Page 185.

Tabel 2.4. Nilai Gradien Kecepatan dan Waktu Pengadukan Mekanis

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

Sumber : Reynolds & Richards, 1996. Page 184

Tabel 2.5. Konstanta K_L dan K_T untuk Tangki Bersekat

Jenis Impeller	K_L	K_T
Propeller, pitch of 1, 3 blades	41,0	0,32
Propeller, pitch of 2, 3 blades	43,5	1,00
Turbine, 4 flat blades, vaned disc	60,0	5,31
Turbine, 6 flat blades, vaned disc	65,0	5,75
Turbine, 6 curved blades	70,0	4,80
Fan turbine, 6 blades at 45°	70,0	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 paddles), $D_i/W_i = 4$	43,0	2,25
Flat paddles, 2 blades, $D_i/W_i = 6$	36,5	1,70
Flat paddles, 2 blades, $D_i/W_i = 8$	33,0	1,15
Flat paddles, 4 blades, $D_i/W_i = 6$	49,0	2,75
Flat paddles, 6 blades, $D_i/W_i = 8$	71,0	3,82

Sumber : Reynolds & Richards, 1996. Page 184

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

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

Pengadukan lambat (agitasi dan *stirring*) digunakan dalam proses flokulasi, untuk memberi kesempatan kepada partikel flok yang sudah terkoagulasi untuk bergabung membentuk flok yang ukurannya semakin besar. Selain itu, untuk memudahkan flokulan untuk mengikat flok-flok kecil dan mencegah pecahnya flok yang sudah terbentuk.

Pengadukan lambat dilakukan dengan gradient kecepatan kecil (20-100 detik⁻¹) selama 10 sampai 60 menit atau nilai GTd (bilangan Camp)

berkisar 48000-120000. Gradien kecepatan diturunkan secara bertahap agar flok yang telah terbentuk tidak pecah dan berkesempatan bergabung dengan yang lain membentuk gumpalan yang lebih besar. Nilai G dan waktu detensi untuk proses flokulasi adalah :

1. Air Sungai
 - Waktu detensi = minimum 20 menit
 - G = 10-75 detik⁻¹
2. Air Waduk
 - Waktu detensi = 30 menit
 - G = 10-75 detik⁻¹
3. Air Keruh
 - Waktu detensi dan G lebih rendah
4. Jika menggunakan garam besi sebagai koagulan
 - G tidak lebih dari 50 detik⁻¹
5. Flokulator terdiri dari 3 kompartemen
 - G Kompartemen 1 : Nilai terbesar
 - G Kompartemen 2 : 40% dari G Kompartemen 1
 - G Kompartemen 3 : Nilai terkecil
6. Penurunan kesadahan
 - Waktu detensi = 30 menit
 - G = 10-50 detik⁻¹
7. Presipitasi Kimia (Penurunan fosfat, logam berat, dan lain-lain)
 - Waktu detensi = 15-30 menit

b. Flotasi

Flotasi adalah proses pengapungan unit memisahkan fasa cair atau fasa padat dari fasa cair. Pemisahan partikel tersebut didasarkan pada prinsip perbedaan massa jenis partikel dengan bantuan gelembung udara untuk mengangkat partikel ke permukaan air. Pada unit DAF, udara diinjeksikan pada air sehingga terbentuk gelembung-gelembung udara untuk mengangkat minyak-lemak dan partikel yang massa jenisnya lebih

kecil dari air untuk naik ke permukaan. Partikel-partikel ini adalah hasil flok yang terbentuk akibat proses koagulasi-flokulasi. Setelah partikel dan flok mengapung, maka akan disisihkan dengan proses *skimming* yang selanjutnya disalurkan pada pengolahan lumpur/*sludge*.

II.3.5 Sedimentasi

Sedimentasi merupakan proses pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi. Proses sedimentasi sangat umum digunakan dalam Instalasi Pengolahan Air untuk mengendapkan partikel tersuspensi. Dalam pengolahan air minum, terdapat aplikasi utama sedimentasi adalah sebagai berikut.

- 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 telag melalui proses penyemprotan desinfektan pada instalasi yang menggunakan pipa dosing oleh alum, soda, NaCl, dan klorin.
- 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 45 kemampuan dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Keempat kelas itu adalah:

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

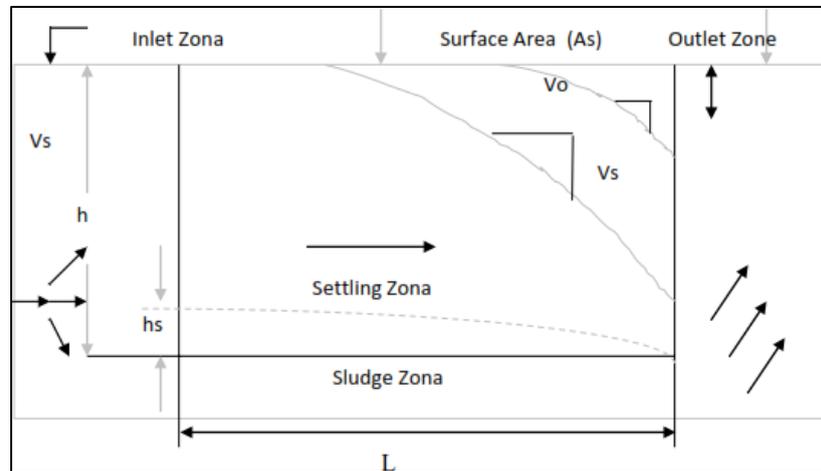
Pada setiap bangunan sedimentasi terdapat empat zona :

1. Zona Inlet
2. Zona Outlet

3. Zona Settling

4. Zona Sludge

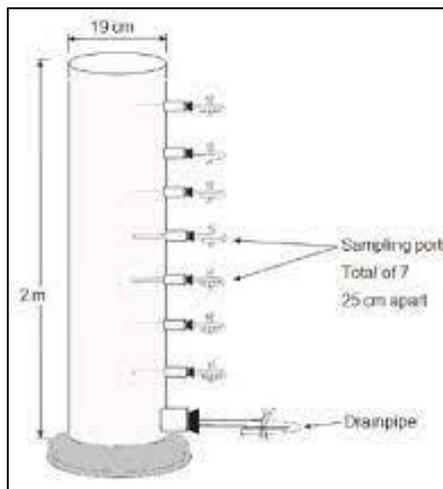
Adapun Zona tersebut dapat digambarkan seperti dibawah ini:



Gambar 2.17 Pembagian Zona Bak Sedimentasi
(Sumber : Al-Layla

Dimana pada setiap zona terjadi 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. Kecepatan pengendapan partikel tidak bisa ditentukan dengan persamaan Stoke's karena ukuran dan kecepatan pengendapan tidak tetap. Besarnya partikel yang mengendap di uji dengan column setting test dengan multiple withdraw ports. Dengan menggunakan kolom pengendapan tersebut, sampling dilakukan pada setiap port pada interval waktu tertentu, dan data removal partikel diplot pada grafik.



Gambar 2.18 Kolom Tes Sedimentasi Tipe II

(Sumber :

http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1816-79502014000100021)

Terdapat dua jenis bak sedimentasi yang biasa digunakan, yaitu *Horizontal-flow sedimentation* dan *Upflow sedimentation*.

a. *Horizontal-flow sedimentation*

Desain yang baik pada bangunan ini dapat mengurangi lebih dari 95% dari kekeruhan air. Bentuknya yang persegi panjang yang tanpa menggunakan alat pengambil lumpur mekanik mempunyai beberapa keuntungan misalnya, mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan kondisi air seperti perubahan kekeruhan, laju aliran yang meningkat ataupun debit air yang meningkat secara tiba-tiba. Sedangkan pada bentuk yang circular biasanya menggunakan pengambil lumpur mekanik.

Cara kerja bak sedimentasi bentuk rectangular (persegi panjang) yaitu, air yang mengandung flok masuk ke zona inlet kemudian masuk ke zona settling melalui baffle/sekat agar alirannya menjadi laminar. Di zona settling partikel mengendap, endapannya masuk ke zona lumpur, sedangkan supernatant (airnya) keluar melalui zona outlet. Beberapa keuntungan horizontal-flow dibandingkan dengan up flow adalah :

- Lebih bisa menyesuaikan dengan variasi kualitas dan hidrolis air
 - Prosesnya memberikan bentuk yang dapat direncanakan sesuai dengan operasional dan kondisi iklim
 - Biaya konstruksi murah
 - Operasional dan perawatannya mudah Adapun kriteria desainnya jumlah air yang akan diolah (Q), waktu detensi, luas permukaan dan kecepatan pengendapan.
- 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.

II.3.6 Filtrasi

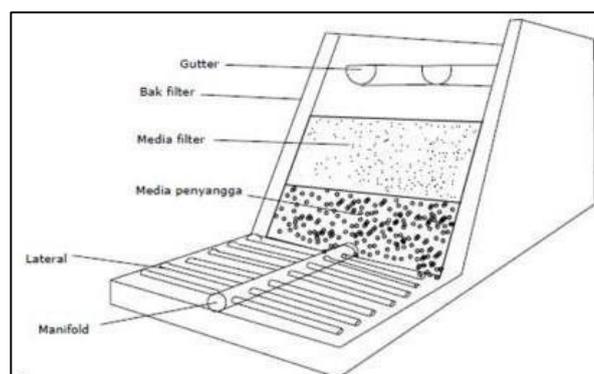
Menurut Al-Layla (1978), partikel tersuspensi dan partikel koloid didalam air tidak bisa mengendap secara sempurna hanya dengan menggunakan proses sedimentasi. Untuk lebih menyempurnakan proses penyisihan partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air, dapat dilakukan dengan menggunakan proses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

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

- a. Proses penyaringan yang terjadi di setiap lapisan permukaan filter
- b. Proses sedimentasi di dalam filter

- c. Kontak antara partikel flok dengan lapisan kerikil atau dengan flok yang sudah terkumpul di atas lapisan filter.
- d. Proses adsorpsi atau proses elektrokinetik.
- e. Proses koagulasi di dalam filter.
- f. Proses biologis di dalam filter
- g. Penggabungan zat-zat koloid di dalam filter.

Pada prosesnya, partikel tersuspensi yang ukurannya terlalu besar akan tetap tertahan di atas lapisan pasir. Namun jika ukuran partikel terlalu kecil (contohnya: partikel koloid dan bakteri) akan lebih sulit untuk dihilangkan karena akan lebih mudah lolos pada lapisan pasir ini. Pada lapisan kerikil, jarak di antara lapisan kerikil berfungsi sebagai area sedimentasi partikel tersuspensi. Namun dapat juga digunakan oleh partikel-partikel flokyang belum seratus persen terendapkan pada bak sedimentasi untuk mengendap pada lapisan kerikil ini. Pada gambar 2.11 dapat dilihat bagian-bagian filter.



Gambar 2.19 Bagian-bagian filter

(Sumber : Reynold & Richards, 1996)

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

Menurut Al-Layla pada tahun 1978, pada proses purifikasi air, rapid sand filter memiliki hasil *effluent* yang lebih baik jika dibandingkan dengan *slow sand filters*. Kecepatan pada *rapid sand filters* ini cukup tinggi dan laju

filtrasi nya berkisar antara 4-5 m³ /m² .hr (namun terkadang laju filtrasi nya dapat lebih dari 6 m³ /m².hr). Ukuran pasir efektif yang digunakan pada filter ini berkisar antara 0,45- 0,55 mm. Lapisan filter ini bila dilihat dari bawah terdiri dari gravel dengan tebal berkisar antara 38-60 cm, sedangkan di atasnya terdapat pasir yang tebalnya kurang lebih 80cm. Proses *backwash* pada *rapid sand filter* berbeda dengan *slow sand filter*. Pada *rapid sand filters* waktu *backwash* ditentukan dari *headloss filter* saat itu.

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

Media filter dapat tersusun dari pasir silika alami, anthrasit, atau pasir garnet. Media ini umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk dan komposisi kimia. Pemilihan media filter yang digunakan dilakukan dengan analisis ayakan. Hasil ayakan suatu media filter digambarkan dalam kurva akumulasi distribusi untuk mencari ukuran efektif dan keseragaman media yang diinginkan.

Effective Size (ES) atau ukuran efektif media filter adalah ukuran media filter bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besarnya 10% dari total kedalaman lapisan media filter atau 10 % dari fraksi berat, ini sering dinyatakan sebagai P10 (persentil 10). P10 yang dapat dihitung dari ratio ukuran rata – rata dan standar deviasinya.

Uniformity Coefficient (UC) atau koefisien keragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 60 % fraksi berat terhadap ukuran (size).

Kriteria untuk keperluan *rapid sand filter* adalah sebagai berikut.

a. *Single Media*

- UC = 1,3 – 1,7
- ES = 0,45 – 0,7 mm

b. *Dual Media*

- UC = 1,4 – 1,9
- ES = 0,5 – 0,7 mm

1) **Filter Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*)**

Filter pasir cepat atau *rapid sand filter* adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi cepat, berkisar 6 hingga 11 m/jam. Filter ini selalu didahului dengan proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan untuk memisahkan padatan tersuspensi. Jika kekeruhan pada influen filter pasir cepat berkisar 5- 10 NTU maka efisiensi penurunan kekeruhannya dapat mencapai 90-98% (Masduqi & Assomadi, 2012:171). Kriteria desain pasir cepat dapat dilihat pada **Tabel 2.6**.

Tabel 2.6 Kriteria Perencanaan Filter Pasir Cepat

No	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian antarsaringan
1.	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 – 11	6 - 11
2.	Pencucian : - Sistem pencucian - Kecepatan (m/jam) - Lama pencucian (menit) - Periode antara dua pencucian (jam) - Ekspansi (%)	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i> 36 – 50 10 – 15 18 – 24 30 - 50	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i> 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) Ukuran butir (mm) b. Filter Nozel - Lebar slot nozel (mm)	 80 – 100 2 – 5 80 -100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 150 15 – 30 < 0,5	 80 – 100 2 – 5 80 -100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 150 15 – 30 < 0,5

	- Presentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)	> 4%	> 4%
--	---	------	------

(Sumber : SNI 6774 – 2008)

2) Filter Pasir Lambar (*Slow Sand Filter*)

Filter pasir lambat atau *slow sand filter* adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi lambat yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Filter pasir lambat bekerja dengan cara pembentukan lapisan biofilm di beberapa milimeter bagian atas lapisan pasir halus yang disebut lapisan hypogeal atau *schmutzdecke*. Lapisan ini mengandung bakteri, fungi, protozoa, rotifera, dan larva serangga air. *Schmutzdecke* adalah lapisan yang melakukan pemurnian efektif dalam pengolahan air. Selama air melewati *schmutzdecke*, partikel akan terperangkap dan organik terlarut akan teradsorpsi, diserap, dan dicerna oleh bakteri, fungi, dan protozoa (Masduqi & Assomadi, 2012:176). Kriteria perencanaan filter pasir lambat dapat dilihat pada **Tabel 2.7**.

Tabel 2.7 Kriteria Perencanaan Filter Pasir Lambat

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

Biaya operasional	Relatif rendah
Biaya depresiasi	Relatif rendah

(Sumber : Schulz & Okun, 1984)

3) Filter Bertekanan

Filter bertekanan (pressure filter) pada dasarnya mempunyai prinsip yang samadengan filter grafitasi (filter cepat dan filter lambat), yaitu air akan melewati mediaberbutir dan terjadi penyaringan secara fisik. Pada filter cepat dan filter lambat, aliran air melewati media berbutir hanya didorong oleh tekanan atmosfer atau sistem aliran terbuka. Pada dilter bertekanan, diperlukan pendorong tekanan yang lebih besar. Oleh karen itu tangki dirancang dengan sistem tertutup dan menggunakan pompa untuk menambah tekanan dalam tangki.

Filter bertekanan terdiri atas tangki tertutup, media filter, media penyangga, dansistem underdrain. Kriteria filter bertekanan terdapat pada **Tabel 2.8**.

Tabel 2.8 Kriteria Perencanaan Filter Bertekanan

No	Unit	Nilai/Keterangan	
1.	Kecepatan penyaringan (m/jam)	12 – 33	
2.	Pencucian :	Tanpa atau dengan blower & atau <i>surface wash</i> 72 – 198	
	- Sistem pencucian		
	- Kecepatan (m/jam)		-
	- Lama pencucian (menit)		-
	- Periode antara dua pencucian (jam)		30 – 50
3.	- Ekspansi (%)		
	Media Pasir		
	- Tebal (mm)	300 – 700	
	- Single media	600 – 700	
	- Media ganda	300 – 600	
	- Ukuran efektif, ES (mm)	-	
	- Koefisien keseragaman, UC	1,2 – 1,4	
- Berat jenis (kg/L)	2,5 – 2,65		
4.	- Porositas	0,4	
	- Kadar SiO ₂	> 95%	
	Media antransit		
	- Tebal (mm)	400 – 500	
	- ES (mm)	1,2 – 1,8	
		1,5	

	- UC	1,35
	- Berat jenis (kg/L)	0,5
	- Porositas	
5.	Dasar filter untuk Filter Nozel	
	- Lebar slot nozel (mm)	< 0,5
	- Presentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)	> 4%

(Sumber : SNI 6774 – 2008)

4) Hidrolika Pencucian (*Backwash*)

Setelah digunakan dalam kurun waktu tertentu, filter akan mengalami penyumbatan akibat tertahannya partikel halus dan koloid oleh media filter. Tersumbatnya media filter ditandai oleh :

- Penurunan kapasitas produksi
- Peningkatan kehilangan energi (headloss) yang diikuti oleh kenaikan muka air diatas media filter
- Penurunan kualitas produksi.

Tujuan pencucian filter adalah melepaskan kotoran yang menempel pada mediafilter dengan aliran ke atas (*upflow*) hingga media terekspansi. Umumnya tinggi sebesar 15 sampai 35% (Droste, 1997). Lama pencucian sekitar 3 hingga 15 menit. Jenis pencucian filter antara lain dengan menggunakan menara air dan inter filter.

II.3.7 Desinfeksi

Salah satu persyaratan kualitas air minum adalah persyaratan mikrobiologis, yaitu air harus bebas dari mikroorganisme patogen. Disinfeksi merupakan proses membebaskan air minum dari mikroorganisme patogen. Metode disinfeksi secara umum ada dua, yaitu cara fisik dan cara kimiawi. Disinfeksi secara fisik adalah perlakuan fisik terhadap mikroorganisme, yaitu panas dan cahaya yang mengakibatkan matinya mikroorganisme . Sedangkan metode disinfeksi secara kimiawi adalah memberikan bahan kimia ke dalam air sehingga terjadi kontak antara bahan tersebut dengan mikroorganisme yang berakibat matinya mikroorganisme tersebut.

Desinfeksi secara kimia menggunakan larutan kaporit, gas klor dan

gas ozon. Sedangkan desinfeksi secara fisik menggunakan gelombang mikro dan sinar ultraviolet. Untuk membunuh mikroorganisme bersifat patogen terkandung dalam air, desinfektan/bahan desinfeksi yang digunakan adalah kaporit, bromin klorida, gas klor, gas iod, ozon dan Kalium Permanganat. Kemampuan desinfeksi dalam pengolahan air minum adalah :

- a. Menghilangkan bau
- b. Mematikan alga
- c. Mengoksidasi nitrit menjadi nitrat
- d. Mengoksidasi ammonia menjadi senyawa amin
- e. Mengoksidasi fenol menjadi fenol yang tidak berbahaya

Macam – macam faktor yang mempengaruhi efisiensi desinfeksi adalah :

- a. Waktu kontak
- b. Konsentrasi desinfeksi
- c. Jumlah mikroorganisme
- d. Temperatur air
- e. pH
- f. Adanya senyawa lain dalam air

Berikut adalah berbagai macam desinfeksi dengan metode yang berbeda-beda.

1) Desinfeksi dengan Ozon

Ozon adalah zat pengoksidasi kuat sehingga dapat melakukan perusakan bakteri antara 600 – 3000 lebih kuat dari klorin. Penggunaannya tidak dipengaruhi oleh pH air, sedangkan klorin sangat bergantung pada pH air. Mekanisme produksi ozon adalah eksitasi dan percepatan electron yang tidak beraturan dalam medan listrik tinggi. O₂ berarus bolak-balik melewati media arus listrik yang tinggi akan menghasilkan lompatan electron yang bergerak pada elektroda satu dan yang lain. Jika elektroda mencapai kecepatan cukup, maka akan menyebabkan molekul oksigen splitting ke bentuk atom oksigen radikal bebas. Atom-atom ini akan

bergabung membentuk O₃ (ozon).

2) Desinfeksi dengan UV

Dapat terjadi dengan interaksi langsung menggunakan sinar UV dan tidak langsung menggunakan zat pengoksidasi. Biasanya sinar UV yang digunakan mampu mematikan semua mikroorganisme. Daerah yang berperan dalam efek germicidal adalah UV-AC, dengan panjang gelombang 280-220 nm.

3) Desinfeksi dengan Pembubuhan Bahan Kimia

Metode ini menggunakan bahan kimia yang dicampurkan dalam air kemudian diberikan waktu yang cukup agar memberi kesempatan kepada zat untuk berkontak dengan bakteri. Desinfeksi air minum yang sering dilakukan yaitu dengan memanfaatkan klorin. Reaksi yang terjadi pada pembubuhan klorin yaitu :



4) Desinfeksi dengan Gas Klor

Metode ini bertujuan untuk mengoksidasi logam-logam, membunuh mikroorganisme seperti plankton dan juga membunuh spora dari lumut, jamur, dan alga. Konsentrasi yang diberikan adalah 2-3 gr/m³ air, tergantung pada turbiditas air (Aji, 2015).

Klorin digunakan karena memiliki kecepatan oksidasi lebih besar dari aerasi, dan mampu mengoksidasi besi yang berikatan dengan zat organik. pH yang baik pada 8-8,3 oksidasi besi membutuhkan waktu 15-30 menit. Pada umumnya proses standar penurunan Fe dan Mn menggunakan koagulasi dengan alum, flokulasi, pengendapan, dan filtrasi dengan didahului proses preklorinasi. Dosis sisa klor yang dianjurkan 0,2-0,5 mg/l (Fatimah, et al., 2007).

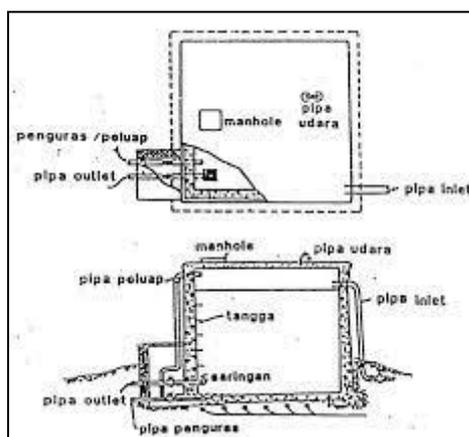
Perlu dilakukan percobaan Daya Pengikat Chlor (DPC) untuk mengetahui dosissenyawa chlor (Cl₂) yang dibutuhkan oleh air untuk proses desinfeksi (membunuh bakteri). Daya Pengikat Chlor ditentukan cara selisih antara chlor yang dibubuhkan dengan sisa chlor

setelah kontak setelah kontak selama 30 menit (Sawyer et al., 1978).

II.3.8 Reservoir

Reservoir adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Umumnya reservoir ini diperlukan pada suatu system penyediaan air bersih yang melayani suatu kota. Reservoir mempunyai fungsi dan peranan tertentu yang diperlukan agar sistem penyediaan air bersih tersebut dapat berjalan dengan baik. Fungsi utama dari reservoir adalah untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit pemakaian air. Seringkali untuk waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat selalu sama besarnya dengan debit pemakaian air. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air, maka kelebihan air tersebut untuk sementara disimpan dalam reservoir, dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air. Berdasarkan tinggi relative reservoir terhadap permukaan tanah sekitarnya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi 2 yaitu reservoir permukaan dan reservoir menara.

a. Reservoir Permukaan (*Ground Reservoir*)

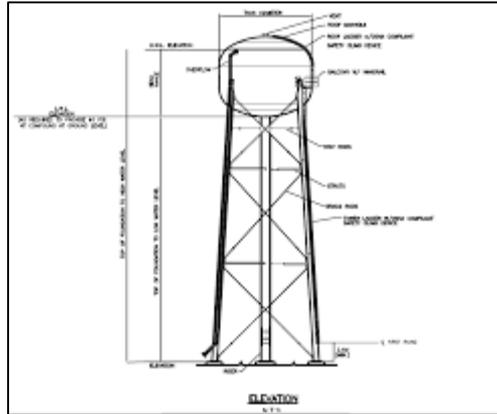


Gambar 2.20 Reservoir Permukaan

(Sumber: BPSDM PU, 2018)

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

b. Reservoir Menara (*Elevated Reservoir*)



Gambar 2.21 Reservoir Menara

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

https://www.tad.usace.army.mil/Portals/53/docs/TAA/AEDDesignRequirements/AED%20Design%20Requirements%20-%20Water%20Tanks%20and%20System%20Distribution_Sep09.pdf

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

- Reservoir Tangki Baja



Gambar 2.22 Reservoir Tangki Baja

(*Sumber: BPSDM PU, 2018*)

Banyak reservoir menara dan “*standpipe*” atau reservoir tanah yang dikonstruksi dari bahan baja dibaut atau dilas.

Karena baja berisiko terhadap karat dan mudah menyerap panas, maka perlu dicat dan dilindungi dengan “*Cathodic Protection*”. Biasanya tangki baja jauh lebih murah dari beton.

- **Reservoir Beton Cor**

Tangki dan reservoir beton pertama kali dibuat tanpa penutup. Perkembangan selanjutnya konstruksi ini memakai penutup dari kayu atau beton. Dengan tutup ini maka masalah sanitasi akan terselesaikan. Kelebihan dari menggunakan beton cor adalah kedap air dan tidak mudah bocor. Kelemahan umum dari bahan beton adalah biaya konstruksi yang mahal.

- **Reservoir *Fiberglass***



Gambar 2.23 Reservoir *Fiberglass*

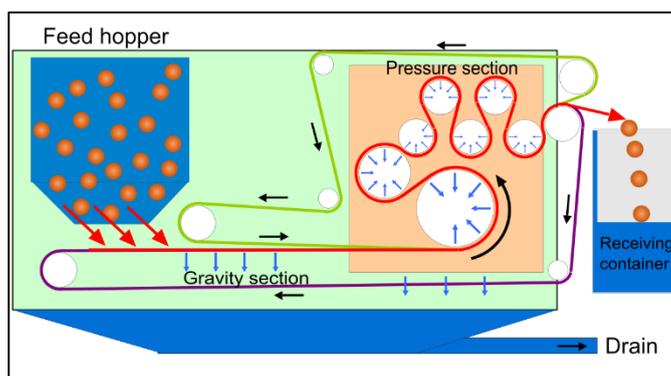
(Sumber: <https://shopee.co.id/Jual-Tangki-Air-Panel-Fiberglass-Tangki-Air-Kotak-Toren-Air-FRP-i.251940108.5437370986>)

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

- Reservoir Pasangan Bata

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

II.3.9 Belt Filter Press



Gambar 2.24 Belt Filter Press

(Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Belt_filter)

Sebagian besar dari jenis Belt-Filter Press, lumpur dikondisikan di bagiansaluran gravitasi untuk dapat menebalkan lumpur. Pada bagian ini banyak air yangtersisihkan dari lumpur secara gravitasi. Dibeberapa unit, bagian ini diberikan dengan bantuan vacuum, yang menambah saluran dan membantu untuk mengurangi bau. Mengikuti saluran gravitasi, tekanan yang digunakan dalam bagian tekanan rendah, dimana lumpur diremas diantara pori kain sabuk. Dibeberapa unit, bagian tekanan rendah diikuti bagian tekanan tinggi dimana lumpur mengalami pergeseran melewati penggulung. Peremasan dan pergeseran ini menginduksi dari penambahan air dari lumpur. Akhir pengeringan cake lumpur adalah penyisihan dari sabuk dengan Scrapper blade Sistem operasi jenis belt-filterpress dari

pompa penyedot lumpur, peralatan polimer, tangki lumpur (flokulator), belt-filter press, conveyor cake lumpur, dan sistem pendukung (compressor, pompapencuci). Namun, ada beberapa unit yang tidak menggunakan tangki lumpur.

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

Belt-Filter Press mempunyai ukuran lebar belt dari 0.5-3.5 m. Ukuran yang umum digunakan untuk lumpur perkotaan adalah 2 m. Beban lumpur dari 90 sampai 680 kg/m.h tergantung pada jenis lumpur dan konsentrasi lumpur yang masuk. Beban hidroulik pada lebar belt antara 1.6-6.3 L/m.s. Pertimbangan keamanan desain mencakup ventilasi untuk memindahkan Hidrogen Sulfida atau gas lainnya dan peralatan penjaga untuk mencegah hilangnya baju diantara rol.

II.4 Aksesoris Perancangan

II.4.1 Blower

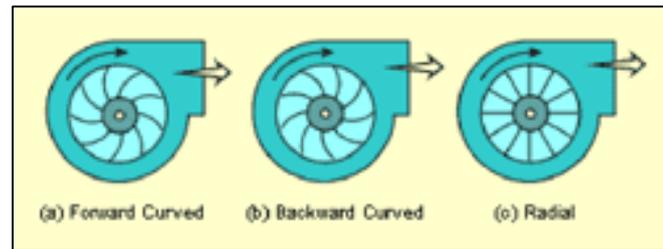
Blower adalah Mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu, juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Biasanya blower digunakan untuk mensirkulasikan gas-gas tertentu didalam suatu ruangan. Selain itu blower merupakan mesin yang memampatkan udara atau gas oleh gaya sentrifugal ketekanan akhir yang melebihi dari 40 psig.

Menurut klasifikasinya blower dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

a. Blower Sentrifugal

Blower sentrifugal memiliki impeller yang dapat berputar

hingga 15.000 rpm. Blower sentrifugal dapat beroperasi melawan tekanan 0,35 sampai 0,70 kg/cm².



Gambar 2.25 Desain Blower

(*Sumber:* <https://www.semanticscholar.org/paper/Design-and-Experimental-Investigation-of-Forward-of-Thangarasu-Dhandapani/9f5f21428ce5cb4e8593184eb185019f3ebd6f3c>)

Berdasarkan bentuk blade impellernya blower sentrifugal dibagi menjadi 3 yaitu :

- *Forward Curved Blade*

Forward curved adalah bentuk blade yang arah lengkungan bagian ujungnya terpasang diatas searah dengan putaran roda.maka pada jenis ini udara atau gas meninggalkan blade dengan kecepatan yang tinggi sehingga mempunyai discharge velocity yang tinggi.

- *Backward Curved Blade*

Tipe ini memiliki susunan blade yang sama dengan forward curved blade.Hanya arah dan sudut blade akan mempunyai sudut yang optimum dan merubah energy kinetic menjadi energy potensial. Blower ini didasarkan pada kecepatan sedang, akan tetapi memiliki range dan tekanan yang lebar.

- *Radial Blade*

Di dalam pemakaiannya dirancang untuk tekanan statis yang tinggi pada kapasitas yang kecil. Namun dibuat pelayanan tekanan dan kecepatan putaran yang tinggi.

b. *Blower Positive Displacement*

Blower positive displacement memiliki rotor yang menjebak udara dan mendorongnya melalui rumah blower. Blower ini menyediakan volume udara yang konstan bahkan jika tekanan sistemnya bervariasi. Blower ini cocok digunakan untuk sistem yang cenderung terjadi penyumbatan, karena dapat menghasilkan tekanan yang cukup untuk menghembuskan kotoran-kotoran yang menyumbat sampai terbebas. Blower ini berputar lebih pelan daripada blower sentrifugal hanya 3.600 rpm. Dan sering digerakkan oleh belt untuk memfasilitasi perubahan kecepatan.

II.4.2 Pompa

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari satu tempat ke tempat yang lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut, kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran, hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Pada prinsipnya pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida, energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan-tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui. Pompa memiliki dua kegunaan, yaitu untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya (misalnya pompa untuk memindahkan air dari akuifer bawah tanah ke tangki penyimpanan air) dan untuk mensirkulasikan cairan sekitar sistem.

a. *Centrifugal Pump*

Sebuah pompa sentrifugal tersusun atas sebuah impeler dan saluran inlet di tengah-tengahnya. Dengan desain ini maka pada saat impeler berputar, fluida mengalir menuju casing di sekitar impeler sebagai akibat dari gaya sentrifugal. Casing ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran fluida sementara kecepatan putar impeler tetap tinggi. Kecepatan fluida dikonversikan menjadi

tekanan oleh casing sehingga fluida dapat menuju titik outletnya. Beberapa keuntungan dari penggunaan pompa sentrifugal yakni aliran yang halus (smooth) di dalam pompa dan tekanan yang seragam pada discharge pompa, biaya rendah, serta dapat bekerja pada kecepatan yang tinggi sehingga pada aplikasi selanjutnya dapat dikoneksikan langsung dengan turbin uap dan motor elektrik. Penggunaan pompa sentrifugal di dunia mencapai angka 80% karena penggunaannya yang cocok untuk mengatasi jumlah fluida yang besar daripada pompa *positive-displacement*.

b. *Rotary Pump*

Rotary pump Adalah pompa yang menggerakkan fluida dengan menggunakan prinsip rotasi. Vakum terbentuk oleh rotasi dari pompa dan selanjutnya menghisap fluida masuk. Keuntungan dari tipe ini adalah efisiensi yang tinggi karena secara natural ia mengeluarkan udara dari pipa alirannya, dan mengurangi kebutuhan pengguna untuk mengeluarkan udaratersebut secara manual. Bukan berarti pompa jenis ini tanpa kelemahan, karena sifat alaminya maka clearance antara sudu putar dan sudu pengikutnya harus sekecil mungkin, dan mengharuskan pompa berputar pada kecepatan yang rendah dan stabil. Apabila pompa bekerja pada kecepatan yang terlalu tinggi, maka fluida kerjanya justru dapat menyebabkan erosi pada sudu-sudu pompa.

c. *Screw Pump*

Screw pump adalah pompa yang di gunakan untuk menangani cairan yang mempunyai viskositas tinggi, heterogen, sensitive terhadap geseran dan cairan yang mudah berbusa. Perisin kerja Screw di temukan oleh seorang engineer prancis bernama Rene Moneau, sehinga sering di sebut jugadengan Moneau pump, pada tahun 30-an dan terus di kebangkan hingga sekarang.

d. *Gear Pump*

Pompa roda gigi (gear pump) adalah jenis pompa positive yang memindahkan cairan dengan berulang kali menutup volume

tetap menggunakan roda gigi atau roda gigi yang saling mengunci, mentransfernya secara mekanis menggunakan aksi pemompaan siklik. Ini memberikan aliran pulsa-halus mulus sebanding dengan kecepatan rotasi gir-nya.

e. *Piston Pump* (Torak)

Pompa torak mengeluarkan cairan dalam jumlah yang terbatas selama pergerakan piston sepanjang langkahnya. Volume cairan yang dipindahkan selama 1 langkah piston akan sama dengan perkalian luas piston dengan panjang langkah. Menurut cara kerjanya pompa torak dapat dikelompokkan dalam kerja tunggal dan kerja ganda. Sedangkan menurut jumlah silinder yang digunakan, dapat dikelompokkan dalam pompa torak silinder tunggal dan pompa torak silinder banyak.

Untuk pompa torak kerja tunggal dan silinder tunggal, aliran cairan terjadi sebagai berikut. Bila batang torak dan torak bergerak ke atas, zat cair akan terisap oleh katup isap di sebelah bawah dan pada saat yang sama cairan yang ada di sebelah atas torak akan terkempakan ke luar. Jika torak bergerak ke bawah katup isap akan tertutup dan katup kempa terbuka sehingga cairan tertekan ke atas torak melalui katup kempa. Dengan gerakan ini maka akan terjadi kerja isap dan kerja kempa secara bergantian. Aliran cairan yang dihasilkan terputus-putus. Cara kerja pompa torak kerja ganda pada prinsipnya sama dengan cara kerja pompa torak kerja tunggal, tetapi pada pompa torak kerja ganda terdapat dua katup isap dan dua katup kempa yang masing-masing bekerja secara bergantian. Sehingga pada saat yang sama terjadi kerja isap dan kerja kempa. Karena itu aliran zat cair menjadi relatif lebih teratur.

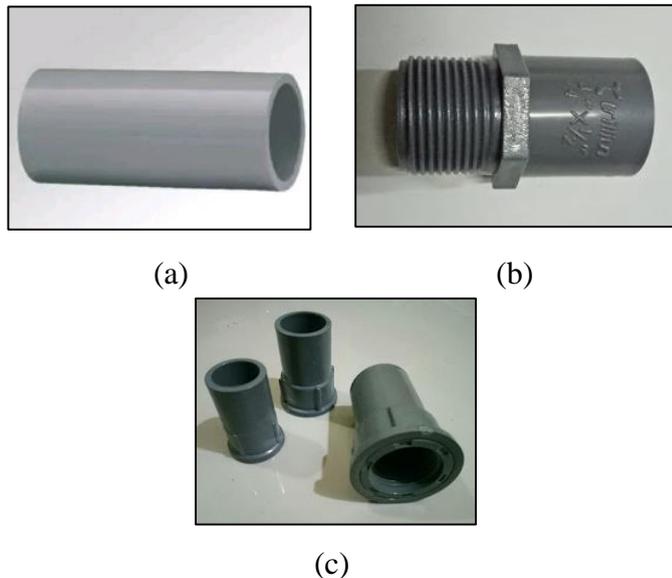
II.4.3 Aksesoris Pompa

Dalam membangun sebuah sistem jaringan saluran air yang ideal membutuhkan dukungan aksesoris pipa yang tepat. Fungsi dari aksesoris pipa tersebut adalah:

- Membangun jalur belokan
- Membangun jalur percabangan
- Mendukung metode penyambungan
- Menyambung antarpipa

Aksesoris pipa terdiri dari:

a. Shock Pipe/Soket



Gambar 2.26 (a) shock pipa polos, (b) shock pipa drat luar, (c) shock pipa drat dalam

(Sumber:

<https://mengalirjauh.blogspot.com/2019/04/mengenal-jenis-jenis-aksesoris-pipa-pvc.html>)

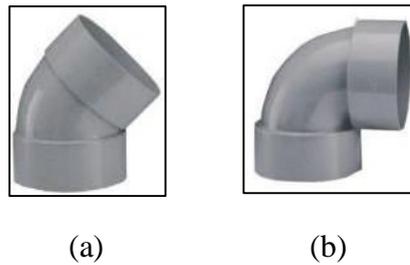
Aksesoris ini digunakan untuk menyambung pipa, tujuannya untuk memperpanjang pipa dengan menyambung lurus satu pipa dengan pipa lainnya. Aksesoris ini biasa digunakan untuk menyambung pipa dengan diameter yang sama, dengan ulir yang berada di dalam. Shock pipa terbagi menjadi beberapa jenis diantaranya adalah:

- Shock pipa PVC polos, digunakan untuk menyambung dua pipa PVC yang ujungnya tidak ada ulir atau drat.
- Shock pipa drat luar, pada kedua ujung shock nya memiliki

ulir/drat. Shock pipa jenis ini biasanya dikombinasikan dengan shock pipa drat dalam.

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

b. Elbow

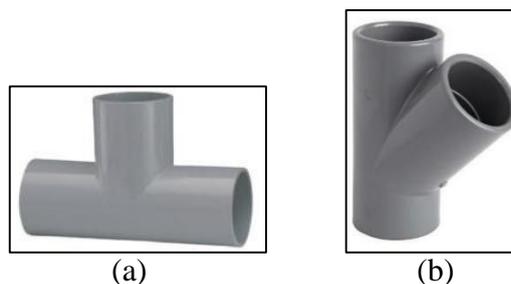


Gambar 2.27 (a) elbow 45° (b) Elbow 90°

(Sumber: <https://www.bhinneka.com/rucika-fitting-jis-elbow-90d-dl-class-d-5-inch-sku3326821514>)

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

c. Tee



Gambar 2.28 (a) Pipa Tee bentuk T (b) Pipa Tee bentuk Y

(Sumber: <https://www.bhinneka.com/rucika-y-branch-aw-4-inch-sku3326985056>)

Tee merupakan aksesoris pipa yang berfungsi untuk membagi aliran lurus menjadi dua arah, ke kanan dan kiri. Seperti namanya aksesoris tee berbentuk seperti huruf “T”, namun ada

beberapa kasus Tee berbentuk seperti huruf “Y”, banyak orang menyebutnya *Y-Branch*.

d. Reducer



Gambar 2.29 Reducer

(Sumber: <https://www.bhinneka.com/pralon-plok-sock-reducer-fitting-pvc-34-x-12-inch-sku0013780888>)

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

e. Flange



Gambar 2.30 Flange Pipa

(Sumber: <https://www.cnzahid.com/2015/08/ilmu-pipa-definisifungsi-dan-jenis.html>)

Flange adalah sebuah komponen yang digunakan untuk menyambungkan dua elemen antara pipa dengan *valve*, atau pipa dengan equipment lainnya menjadi satu kesatuan yang utuh dengan menggunakan baut sebagai perekatnya. Tujuan penggunaan flange adalah agar pipa dan vlave bisa disambungkan dan kelak bisa dilepas untuk memudahkan dalam perbaikan dan penggantian *equipment* tanpa merusak komponen dan peralatan terkait.

f. Dop/Plug/Cap/Clean out



Gambar 2.31 Clean Out

(Sumber: <https://www.bhinneka.com/rucika-standard-clean-out-d-4-inch-sku3326816567>)

Banyak istilah untuk menggambarkan benda ini. Namun fungsi mereka sama, yaitu untuk menutup saluran pipa pada ujung pipa yang tidak dihubungkan lagi. Cap adalah penutup yang lebih simpel dari yang lain, Plug adalah penutup yang sangat rapat dengan sistem ulir/drat, clean out adalah penutup yang dapat ditutup dan dibuka sesuka hati. Namun kebanyakan kontraktor memilih untuk menutup ujung pipa dengan kran, agar sewaktu-waktu ujung pipa dapat digunakan dan bermanfaat.

II.5 Persen Removal

Berikut adalah persen removal yang diketahui pada unit bangunan pengolahan air minum yang digunakan dalam perencanaan.

Tabel 2.9 Persen Removal

No	Bangunan/Proses	Hasil	Sumber
1.	Bangunan intake	-	-
2.	Prasedimentasi	Partikel Diskrit	-
3.	Aerasi	- BOD: 90-99% - COD: 80-90%	- Fajrin, Anwari dkk. 2011. Studi Penurunan Kadar BOD, COD, TSS dan pH Limbah Pabrik Tahu Menggunakan Metode Aerasi Bertingkat. Vol 1 No 1. - Mirwan A, dkk. 2010. Penurunan Kadar BOS, COD, TSS, dan CO2 Air Sungai Martapura Menggunakan Tangki

		<ul style="list-style-type: none"> - Fe: 90-100% - Mn: 90-100% - Penambahan DO: 4,8 mg/L 	<p>Aerasi Bertingkat. Vol. Oktober No.76.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ronald Droste. 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment. Section III Chapter 9 page 225.</i> - Ronald Droste. 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment. Section III Chapter 9 page 225.</i> - Ali Masduqi. 2016. <i>Operasi dan Proses Pengolahan Air. Hal 216.</i>
4.	Dissolved Air Flotation (DAF)	TSS: 90%	Emmanuel Kwenor Tetteh. 2018. <i>Optimisation of Dissolved Air Flotation (DAF) for Separating Industrial Mineral Oil from Wakter. Page 98.</i>
5.	<i>Advanced</i> Sedimentasi	TSS: 60-80%	Prof. Dr. Ir. I. Huisman. 2004. <i>Sedimentation and Flotation 2nd Edition. Page 12.</i>
6.	Filtrasi	TSS: 60-90%	Yong Sin Sze et al. 2021. <i>Performance of Sand Filtration System with Sifferent Sand Bed Depth for Polishing Wastewater Treatment. Vol 9 No 2. Page 452-457.</i>
7.	Desinfeksi	Total Coliform: 90-100%	Ronald Droste. 1997. <i>Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Section II Chapter 9 page 225.</i>

(*Sumber : Hasil Analisis, 2022*)

II.6 Profil Hidrolis

Untuk membuat profil hidrolis perlu perhitungan kehilangan tekanan pada bangunan dan kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris. Kehilangan

tekanan akan mempengaruhi ketinggian muka air di dalam bangunan pengolahan.

a. 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:

- Kehilangan tekanan pada bak.
- Kehilangan tekanan pada bak penangkap.
- Kehilangan tekanan pada pintu air.
- Kehilangan tekanan pada weir, sekat dan lain-lain harus dihitung secara khusus.

b. Kehilangan Tekanan pada Perpipaan dan Aksesoris

Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris ada beberapa macam, yaitu:

- Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris.
- Kehilangan tekanan pada perpipaan.
- Kehilangan tekanan pada aksesoris.
- Kehilangan tekanan pada pompa.