

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Baku**

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

Agar dapat dijadikan sumber air baku untuk air minum, maka air permukaan harus memenuhi kualitas oksigen yang terlarut, pH yang sesuai, kandungan zat padat yang minim, tidak mengandung bakteri, temperatur, dan parameter lain yang sesuai dengan syarat air baku untuk air minum. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010, pH yang diinginkan pada air permukaan diantara 6,5 dan 8,5. Air permukaan yang banyak digunakan untuk sumber air baku pengolahan air minum adalah air sungai dan air.

##### **2.1.1 Sumber Air Baku**

Sumber air baku yang dapat dioalah sebagai air minum yaitu:

1. Air Tanah

Karakteristik geologi seperti morfologi dan jenis batuan berikut luas pelamparan serta ketebalan lapisan, berakibat pada terbentuknya struktur lapisan kedap air dan lulus air. Berdasarkan sifat fisik air tanah dengan simpanan rendah dan mutu air yang asin atau payau sehingga tidak memenuhi persyaratan air minum (Astono, 2011).

2. Air Permukaan

Air permukaan merupakan air yang berada di permukaan, contohnya sungai, rawa, danau dan mata air. Sebagai sumber air baku untuk air minum, maka air permukaan harus memenuhi kualitas oksigen yang terlarut, pH

yang sesuai, kandungan zat padat, kandungan bakteri, kehadiran zat beracun, temperatur dan parameter lainnya. Air permukaan yang banyak digunakan untuk sumber air baku pengolahan air minum adalah air sungai dan air danau (Astono, 2011).

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup terdapat beberapa golongan menurut peruntukannya. Adapun penggolongan air menurut peruntukannya adalah berikut ini:

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

### **2.1.2 Karakteristik Air Baku**

#### **a. Kekeruhan**

Kekeruhan air disebabkan oleh banyaknya zat padat yang tersuspensi, baik zat organik maupun anorganik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan lapukan tanaman atau hewan. Buangan industri dapat juga menyebabkan sumber kekeruhan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung

perkembangbiakannya. Bakteri ini juga merupakan zat tersuspensi, sehingga pertambahannya akan menambah pula kekeruhan air. Demikian pula dengan algae yang berkembang biak karena adanya zat hara N, P, K akan menambah kekeruhan air. Air yang keruh sulit didesinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut. Hal ini tentu berbahaya bagi kesehatan, bila mikroba itu patogen (Effendi, 2003).

#### b. Nitrat

Nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Nitrat menyebabkan kualitas air menurun, menurunkan oksigen terlarut, penurunan populasi ikan, bau busuk, rasa tidak enak (Tresna, 2000)

#### c. Kesadahan

Kesadahan air adalah kandungan-kandungan mineral tertentu di dalam air, pada umumnya ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat penyebab utama dari kesadahan sementara. Air yang mengandung ion atau senyawasenyawa tersebut dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air tersebut terbebas dari ion (Ca) dan (Mg) (Pujriani, 2008).

Kesadahan air tetap adalah air sadah yang mengandung anion selain anion bikarbonat berupa senyawa kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), kalsium nitrat  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ), magnesium klorida ( $\text{MgCl}_2$ ). Kesadahan air yang mengandung senyawa tersebut tidak bisa dihilangkan dengan pemanasan (Fillaeli, 2012).

#### d. Total Coli

Total coliform adalah kelompok bakteri yang termasuk di dalamnya bakteri jenis aerobik dan fakultatif anaerobik, dimana merupakan bakteri gram negatif. Sebagian besar bakteri total coliform adalah heterotrophic dan dapat bertambah

jumlahnya di air dan tanah. Total coliform juga dapat bertahan dan bertambah banyak jumlahnya di sistem distribusi air, terutama jika kondisinya memungkinkan. Keberadaan total coliform dapat berasal dari tinja manusia atau hewan dan dapat pula berada secara alamiah di dalam air. Total coliform hanyalah sebagai indikator yang digunakan untuk mengindikasikan bahwa bisa saja terdapat mikroba lain dalam air tersebut, misalnya mikroba patogen seperti Giardia, Cryptosporidium, E.coli, dan lain-lain (Lia dkk, 2019).

## **2.2. Bangunan Pengolahan Air Minum**

### **2.2.1. Intake**

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

Persyaratan lokasi penempatan bangunan pengambilan intake

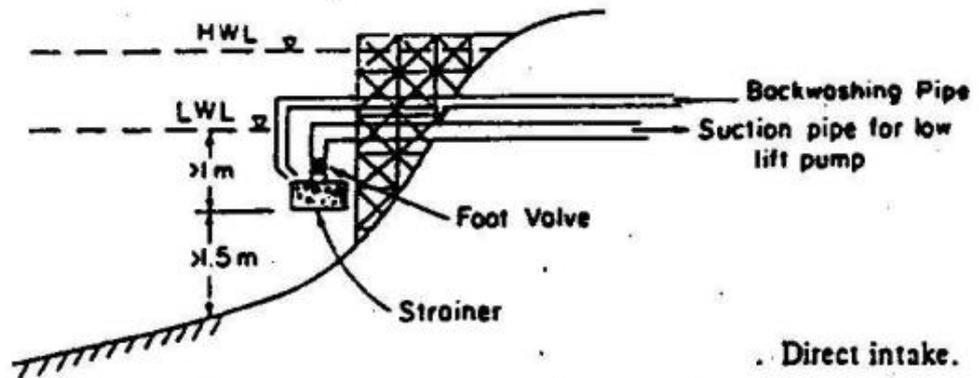
1. Penempatan bangunan penyadap (intake) harus aman terhadap polusi yang disebabkan pengaruh luar (pencemaran oleh manusia dan makhluk hidup lain);
2. Penempatan bangunan pengambilan pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (terhadap longsor dan lainlain);
3. Konstruksi bangunan pengambilan harus aman terhadap banjir air sungai, terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa dan gaya angkat air (up-lift);
4. Penempatan bangunan pengambilan diusahakan dapat menggunakan sistem gravitasi dalam pengoperasiannya;
5. Dimensi bangunan pengambilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian;
6. Dimensi inlet dan outlet dan letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air;

7. Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air baku;
8. Konstruksi bangunan pengambilan direncanakan dengan umur pakai (lifetime) minimal 25 tahun;
9. Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007).

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

a. Bangunan Penyadap Langsung (Direct Intake)

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



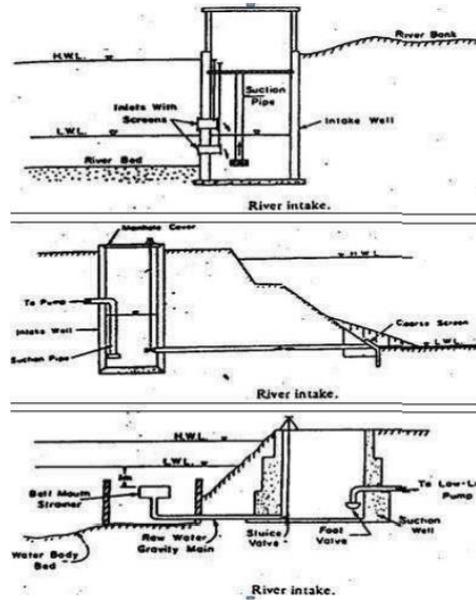
Gambar 2.1. Direct Intake

Sumber : Kawamura, 2000

b. Bangunan Penyadap Tidak Langsung (Indirect Intake)

1. River Intake

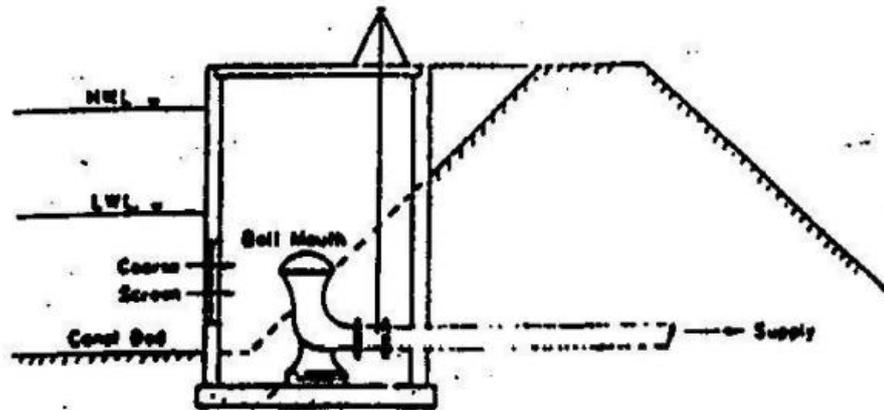
Menggunakan pipa penyadap dalam bentuk sumur pengumpul. Intake ini lebih ekonomis untuk air sungai yang mempunyai perbedaan level muka air pada musim hujan dan musim kemarau yang cukup tinggi.



Gambar 2.2. River Intake

## 2. Canal Intake

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



Gambar 2.3. Canal Intake

## 3. Reservoir Intake

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

4. Spring Intake

Digunakan untuk air baku dari mata air/air tanah.

5. Intake Tower

Digunakan untuk air permukaan dimana kedalaman air berada diatas level tertentu.

6. Gate Intake / Pentock gates

Berfungsi sebagai screen dan merupakan pintu air pada prasedimentasi.

### 2.2.2. 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; Shammam & 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).

Tabel 2.1. Dosis Koagulasi Flokulasi

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi dengan Air	pH Optimum
Alumunium sulfat	$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$ x = 14,16,18	Bongkahan, 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	$FeCl_3 \cdot 6 H_2O$	Bongkahan, cairan	Asam	4 – 9
Ferro Sulfat	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Kristal halus	Asam	> 8,5

Sumber: Sugairto (2006)

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

#### 1. Pengaruh pH

Pada koagulan terdapat range pH optimum. Luasnya range pH koagulan ini dipengaruhi oleh jenis-jenis konsentrasi koagulan yang dipakai. Hal ini penting untuk menghindari adanya kelarutan koagulan. Proses koagulan pH yang terbaik adalah 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 mikroflok yang terbentuk hanya sedikit, akibatnya kekeruhan akan naik. Dosis koagulan yang

berlebihan akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat.

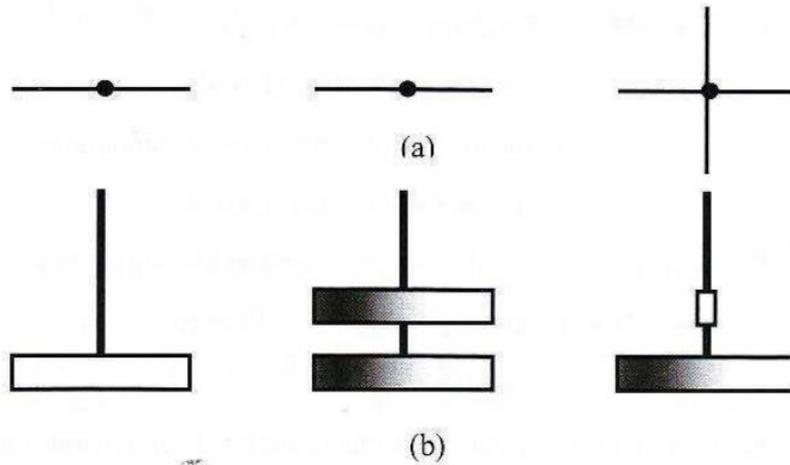
#### 4. Pengadukan (mixing)

Pengadukan diperlukan agar tumbukan antara partikel untuk netralisasi menjadi sempurna. Distribusi dalam air cukup baik dan merata, serta masukan energi yang cukup untuk tumbukan antara partikel yang telah netral sehingga terbentuk mikroflok. Pada proses koagulasi ini pengadukan dilakukan dengan cepat. Air yang memiliki kekeruhan rendah memerlukan pengadukan yang lebih banyak dibandingkan dengan air yang mempunyai kekeruhan tinggi.

#### 5. Pengaruh garam

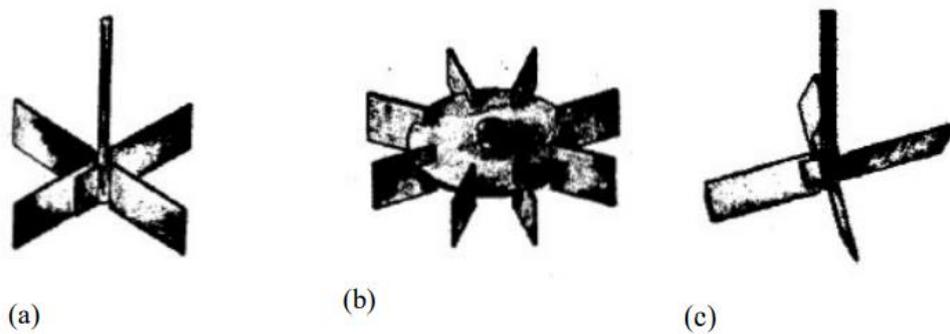
Garam-garam ini dapat mempengaruhi proses suatu penggumpalan. Pengaruh yang diberikan akan berbeda-beda bergantung dengan macam garam (ion) dan konsentrasinya. Semakin besar valensi ion akan semakin besar pengaruhnya terhadap koagulan. Penggumpalan dengan garam Fe dan Al akan banyak dipengaruhi oleh 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 (balong-baling).



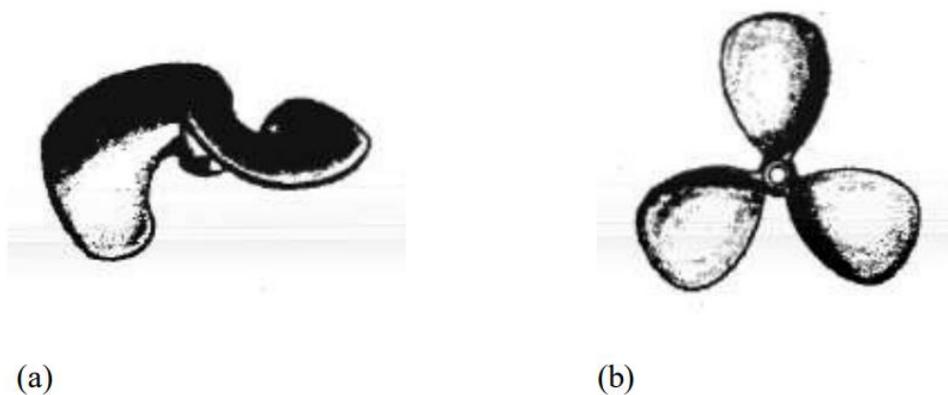
Gambar 2.4. Tipe paddle (a) tampak atas, (b) tampak samping

Sumber : Masduqi & Assomadi, 2012:112



Gambar 2.5. Tipe turbin (a) turbine blade lurus, (b) turbine blade dengan piringan, (c) turbine dengan blade menyerong

Sumber : Qasim, et al., 2000



Gambar 2.6. Tipe propeller (a) propeller 2 blade, (b) propeller 3 blade

Sumber : Qasim, et al., 2000

Tabel 2.2. Kriteria Impeller

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

Sumber : Reynolds & Richards, 1996:185

Tabel 2.3. Nilai Gradien Kecepatan dan Waktu Pengadukan Mekanis

<b>Waktu Pengadukan, td (detik)</b>	<b>Gradien Kecepatan (detik<sup>-1</sup>)</b>
20	1000
30	900
40	790
50≤	700

Sumber : Reynolds & Richards, 1996:184

Tabel 2.4. Konstanta KL dan KT untuk tangki bersekat

Jenis impeller	$K_L$	$K_T$
Propeller, putch of 1, 3 blades	41,0	0,32
Propeller, putch 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 (1996:188)

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

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

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

Pengadukan lambat dilakukan dengan gradien kecepatan kecil (20 sampai 100  $\text{detik}^{-1}$ ) selama 10 hingga 60 menit atau nilai  $G T_d$  (bilangan Camp) berkisar 48000 hingga 210000. Gradien kecepatan diturunkan secara bertahap agar flok yang telah terbentuk tidak pecah dan berkesempatan bergabung dengan yang lain membentuk gumpalan yang lebih besar.

Nilai  $G$  dan waktu detensi untuk proses flokulasi adalah:

1. Air sungai
  - Waktu detensi = minimum 20 menit

- $G = 10-50 \text{ detik}^{-1}$
2. Air waduk
    - Waktu detensi = 30 menit
    - $G = 10-75 \text{ detik}^{-1}$
  3. Air keruh
    - Waktu detensi dan  $G$  lebih rendah
  4. Jika menggunakan garam besi sebagai koagulan
    - $G$  tidak lebih dari  $50 \text{ detik}^{-1}$
  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
    - $G = 10-50 \text{ detik}^{-1}$
  7. Presipitasi kimia (penurunan fosfat, logam berat, dan lain-lain)
    - Waktu detensi = 15-30 menit
    - $G = 20-75 \text{ detik}^{-1}$
    - $GT_d = 10.000-100.000$  (Masduqi & Assomadi, 2012:110)

### 2.2.3. Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pemisahan partikel solid dari suspensi menggunakan gaya gravitasi dimana suspensi terpisah menjadi cairan yang lebih jernih dan suspensi yang lebih pekat (Al Layla, 1978).

Proses sedimentasi digunakan untuk menghilangkan partikel diskrit, flokulen, dan presipitat dalam pengolahan air. Proses sedimentasi dibagi menjadi 4 kategori berdasarkan konsentrasi suspensi dan partikel flokulen. 4 katagori tersebut adalah pengendapan diskrit, pengendapan flokulen, zona pengendapan, dan pengendapan kompresi (Al-Layla, 1978). Pengendapan diskrit dan flokulen berkaitan dengan pencairan suspensi.

Pada zona pengendapan, massa dari partikel flokulen pada suspensi secara keseluruhan tetap karena partikel flokulen begitu dekat dan adanya gaya antar partikel menyebabkan mereka berada pada posisi relatif tetap satu sama lain. Proses sedimentasi didesain untuk menghilangkan padatan yang dapat terendapkan oleh pengendapan gravitasi untuk dapat memaksimalkan unit proses selanjutnya seperti filtrasi.

Efisiensi proses sedimentasi dipengaruhi oleh karakteristik air baku yang digunakan. Salah satu kunci dari keefektifan proses sedimentasi adalah bagaimana hasil dari proses koagulasi dan flokulasi. Tiga konfigurasi utama untuk perencanaan tangki sedimentasi, yaitu:

1. Horizontal rectangular basin
2. Upflow sedimentation tanks
3. Upflow reactor clarifiers with sludge blanket

(Kawamura, 1991)

Tangki persegi panjang dengan aliran horizontal adalah konfigurasi tangki yang sering digunakan karena stabilitas hidroliknya. Tipe tangki ini juga dapat diprediksi performanya dan mampu untuk menyaingi flow rate yang dua kali lebih besar dari desain yang direkomendasikan tanpa perubahan signifikan pada kualitas airnya. Terlebih lagi, sistem aliran horizontal lebih mudah dioperasikan.

Banyak pertimbangan penting yang secara langsung dapat mempengaruhi desain sistem sedimentasi yaitu kandungan padatan terlarut dalam air baku, kecepatan pengendapan partikel yang akan diendapkan, kondisi iklim, karakteristik air baku, kondisi geologis di wilayah instalasi, tipe dan keseluruhan sistem sedimentasi, desain inlet dan outlet, metode penghilangan lumpur, serta bentuk tangki.

Proses sedimentasi bergantung pada gravitasi pengendapan dari partikel, karena itulah dalam perencanaannya kecepatan pengendapan adalah hal penting, agar dapat mengendapkan partikel dalam kisaran temperatur air tertentu. Kecepatan pengendapan partikel dapat diukur di laboratorium dengan metode jarrest.

Kondisi iklim juga perlu diperhitungkan dalam perencanaan bangunan sedimentasi, seperti perubahan suhu harian dan musiman, suhu air dan udara, curah hujan, serta intensitas dan arah angin. Jika temperatur cuaca harian cenderung berubah-ubah, bak akan mengalami aliran arus pendek karena kerapatan arus. Pada daerah dengan musim dingin, tangki perlu ditutup atau dihangatkan.

Pengolahan air yang terdapat pada daerah dengan cuaca panas dapat bermasalah dengan pertumbuhan alga dan vegetasi pada daerah aliran sungai. Pada daerah dengan cuaca yang banyak terkena matahari, bangunan pengolahan juga akan bermasalah karena adanya alga. Hal ini dapat dicegah dengan menutup bak atau menggunakan proses klorinasi. Pada daerah dengan curah hujan tinggi, bangunan sedimentasi cenderung memiliki partikel terlarut yang banyak dalam air bakunya. Karena itu desainnya harus memiliki pengolahan lumpur yang kontinyu untuk menghilangkan akumulasi lumpur sebelum mengurangi kapasitas efektif bak.

Bak pengendap pertama terdiri dari empat ruangan fungsional yaitu:

1. Zona Inlet

Tempat memperhalus aliran transisi dari aliran influen ke aliran steady uniform di zona settling (aliran laminar).

2. Zona Pengendap

Tempat berlangsungnya proses pengendapan/pemisahan partikel-partikel diskrit di dalam air buangan.

3. Zona Lumpur

Tempat menampung material yang diendapkan bersama lumpur endapan.

4. Zona Outlet

Tempat memperhalus aliran transisi dari zona settling ke aliran effluent serta mengatur debit effluent (Qasim et al., 2000).

#### **2.2.4. Filtrasi**

Filtrasi adalah proses yang digunakan pada pengolahan air bersih untuk memisahkan (menyaring) bahan-bahan pengotor (partikulat) yang terdapat di dalam air. Pada prosesnya, air yang melewati media filter akan terakumulasi pada permukaan filter dan terkumpul. Di sepanjang kedalaman media yang terlewati.

Filter juga memiliki kemampuan untuk memisahkan semua ukuran partikulat termasuk alga, bakteri, dan koloid-koloid tanah.

- **Fungsi dan Proses Filtrasi**

Bangunan filter berfungsi untuk menyaring flok-flok yang masih terdapat di dalam air yang tidak dapat terendapkan pada bak sedimentasi dan juga menyaring mikroorganisme yang terkandung di dalam air.

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

Media yang umum dipakai adalah:

- Single Media, contoh : pasir
- Dual Media, contoh : pasir dan antrasit yang terpisah
- Mixed Media, contoh : pasir dan antrasit yang tercampur.

Media yang sering dipakai adalah antrasit, pasir, dan kerikil. Antrasit dan pasir sebagai media penyaring, sedangkan kerikil sebagai media penyangga. Susunan media yang baik untuk filtrasi adalah bagian atas kasar dan semakin ke bawah semakin halus. Hal ini dapat menghindari terjadinya clogging (penyumbatan) di lapisan atas media dan seluruh media dapat digunakan sebagai media penyaring.

- **Filter Pasir Cepat**

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

Tabel 2.5. Spesifikasi Filter Pasir Cepat

No	Unit	Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan
1	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 - 11	6 - 11
2	Pencucian <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem pencucian</li> <li>• Kecepatan (m/jam)</li> <li>• Lama Pencucian (menit)</li> <li>• Periode antara dua pencucian (jam)</li> <li>• Ekspansi (%)</li> </ul>	Tanpa dengan bower & atau surface wash  36 – 50  10 – 15  18 – 24  30 – 50	Tanpa dengan bower & atau surface wash  36 – 50  10 – 15  18 – 24  30 – 50
3	Dasar Filter <p>a. Lapisan penyangga dari atas ke bawah</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kedalaman (mm) ukuran butiran (mm)</li> </ul> <p>b. Filter Nozela</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebar slot nozel (mm)</li> <li>• Prosentase luas slot nozela terhadap luas filter (%)</li> </ul>	  80 – 100  2 – 5  80 – 100  5 – 10  80 - 100  10 -15  80 – 150  15 – 30  <0,5  >4%	  80 – 100  2 – 5  80 – 100  5 – 10  80 - 100  10 -15  80 – 150  15 – 30  <0,5  >4%

Sumber : SNI 6774-2008

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.

- **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:

1. Penurunan kapasitas produksi
2. Peningkatan kehilangan energi (headloss) yang diikuti oleh kenaikan muka air di atas media filter
3. Penurunan kualitas produksi

Tujuan pencucian filter adalah melepaskan kotoran yang menempel pada media filter dengan aliran ke atas (upflow) hingga media tereksansi. Umumnya tinggi sebesar 15 sampai 35% (Droste, 1997). Lama pencucian sekitar 3 hingga 15 menit. Ada beberapa sistem pencucian filter yaitu:

1. Menggunakan menara air
2. Interfilter
3. Pompa *backwash*

### **2.2.5. Desinfeksi (UV Lamp)**

Sistem UV menggunakan lampu merkuri tekanan rendah yang tertutup dalam tabung quartz. Tabung dicelupkan dalam air yang mengalir dalam tangka sehingga tersinari oleh radiasi UV dengan panjang gelombang sebesar 2537 Å yang bersifat germicidal. Namun transmisi UV dengan quartz berkurang sejalan dengan penggunaan yang terus-menerus. Oleh karena itu lampu quartz harus dibersihkan secara teratur dengan cara pembersihan mekanik, kimiawi dan ultrasonik (Nusa Idaman Said, 2011).

#### **a. Mekanisme Perusakan oleh UV**

Penelitian terhadap virus menunjukkan bahwa pada awalnya UV merusak viral genome, selanjutnya merusak struktural pelindung virus. Radiasi UV merusak DNA mikroba pada panjang gelombang hamper 260 nm menyebabkan dimerisasi timina, yang menghalangi replikasi DNA dan efektif menginaktivasi mikroorganisme.

Inaktivasi mikroba sebanding dengan dosis UV, yang memakai satuan microwatt per detik per centimeter kuadrat. Efisiensi desinfeksi dengan UV tergantung pada jenis mikroorganisme.

Beberapa mikroorganisme patogen yang terdapat pada air baku (air sungai) ada yang sulit untuk di removal (masih hidup atau bahkan reaktivasi/hanya sekedar lumpuh sementara) meskipun sudah di desinfeksi menggunakan uv lamp. Hal ini dapat diatasi dengan adanya pemberian dosis UV yang sesuai pada saat awal akan memberikan desinfeksi. Oleh sebab itulah, pemberian dosis UV ini sangat berpengaruh penting pada tingkat musnahnya mikroorganisme patogen. Namun apabila dosis UV yang diberikan belum optimal, maka dapat dilakukan pemaparan kembali, desinfeksi uv lamp berulang hingga mikroorganisme patogennya menjadi nol (misal : 2x desinfeksi). Adapun metode lainnya yaitu dengan menggabungkan antara uv lamp dan ozon.

#### **b. Keuntungan Desinfeksi dengan UV**

Berikut adalah beberapa keuntungan desinfeksi air baku dengan iradiasi UV

1. Efisien untuk menginaktivasi bakteri dan virus pada air minum (diperlukan dosis yang lebih tinggi untuk kista protozoa)
2. Tidak menimbulkan hasil samping senyawa karsinogenik atau hasil samping yang bersifat racun.
3. Tidak menimbulkan masalah rasa atau bau
4. Tidak diperlukan penyimpanan dan penanganan bahan kimia beracun
5. Unit UV hanya memerlukan ruang yang kecil

#### **c. Kelemahan Desinfeksi dengan UV**

Beberapa kelemahan desinfeksi dengan UV adalah :

1. Tidak ada residu disinfektan pada air yang telah diolah oleh karena itu perlu penambahan klorin tau ozon setelah proses UV

2. Relatif sulit menentukan dosis UV
3. Pembentukan biofilm pada permukaan lampu
4. Masalah dalam hal pemeliharaan dan pembersihan lampu UV
5. Masih ada potensi terjadi fitoreaktivasi pada mikroba patogen yang telah diproses dengan UV

**d. Efektifitas Desinfeksi UV Lamp**

Dalam hal efektifitas, penggunaan UV sebagai desinfektan merupakan suatu alternatif yang baik untuk menghilangkan mikroorganisme patogen dalam air dibandingkan dengan penggunaan klorin dan kaporit. Hal ini dikarenakan pada UV tidak menimbulkan hasil samping senyawa karsinogen atau hasil samping yang bersifat racun, sementara penggunaan klorin dan kaporit dapat menyebabkan terbentuknya senyawa Trihalomethane (THMs). Semakin tinggi konsentrasi klorin, semakin tinggi pula probabilitas terbentuknya THMs yang bersifat karsinogenik dan mutagenik yang tentunya berdampak buruk bagi kesehatan manusia.

**2.2.6. Reservoir**

Reservoir berfungsi untuk menampung air bersih yang mana bisa berupa ground reservoir dan elevated reservoir. Bak Reservoir terdiri dari 2 bagian :

1. *Elevated Reservoir* (menara Reservoir)

Menara reservoir dapat direncanakan dari kebutuhan air minum yang diperlukan untuk instalansi pengolahan air minum tersebut. Dengan mengetahui jumlah dan pemakaian air untuk instalansi dapat direncanakan dimensi menara instalansi dan ketinggiannya (Degreemont., 1991).

2. *Ground Reservoir*

Ground reservoir berfungsi sebagai penampung air bak filtrasi, sebelum masuk ke dalam ground reservoir, air tersebut harus diinjeksi dengan chlor yang sudah dilarutkan. Ground reservoir dilengkapi dengan baffle untuk mencampur dan mengaduk chlor dalam (Degreemont., 1991).

Untuk dapat merencanakan menara instalasi perlu diperhitungkan terlebih dahulu kebutuhan air untuk instalasi. Dengan mengetahui jumlah kebutuhan dan jam-jam pemakaian air untuk instalansi, maka dapat

direncanakan dimensi menara instalasi dan ketinggiannya. Adapun kebutuhan air untuk instalasi meliputi antara lain :

- a. Kebutuhan air untuk kantor
- b. Kebutuhan air untuk pelarutan koagulan dan desinfektan
- c. Kebutuhan air untuk filtrasi
- d. Kebutuhan air untuk sedimentasi

### **2.3. Profil Hidrolis**

Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum membuat profil Hidrolis, antara lain:

1. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan

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

- a. Kehilangan tekanan pada saluran terbuka
- b. Kehilangan tekanan pada bak
- c. Kehilangan tekanan pada pintu
- d. Kehilangan tekanan pada weir, sekat, ambang dan sebagainya harus di hitung secara khusus.
- e. Kehilangan tekanan pada perpipaan dan assesoris
- f. Kehilangan tekanan pada perpipaan

Cara yang mudah dengan monogram “Hazen William”  $Q$  atau  $V$  diketahui maka  $S$  didapat dari monogram.

- g. Kehilangan tekanan pada assesoris

Cara yang mudah adalah dengan mengekivalen aksesoris tersebut dengan panjang pipa, di sini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekivalen sekaligus.

- h. Kehilangan tekanan pada pompa

Bisa dihitung dengan rumus, grafik karakteristik pompa serta dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jenis pompa, cara pemasangan dan sebagainya.

- i. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok Cara perhitungannya juga dengan bantuan monogram.

## 2. Tinggi muka air

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

Perhitungan dapat dilakukan dengan cara:

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