

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Bersih

Air bersih adalah air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak (Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MEN.KES/PER/IX/1990). Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktifitas mereka sehari-hari termasuk diantaranya adalah sanitasi (Wikipedia Ensiklopedia bebas, 2008). Sedangkan menurut Awandana (2009) air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan kesehatan untuk kebutuhan minum, masak, mandi dan energi.

2.2 Prinsip Dasar Penyediaan Air

Beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam penyediaan air bersih:

2.2.1. Syarat Kualitas

Air baku yang digunakan menghasilkan air bersih yang telah memenuhi syarat yang tertuang dalam peraturan pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Pada pasal 8 PP mengenai klasifikasi dan kriteria mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas:

- A. Kelas I yaitu air yang diperuntukan untuk air baku air minum yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaannya.
- B. Kelas II yaitu air yang diperuntukan untuk (prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, untuk mengaliri tanaman.
- C. Kelas III yaitu air yang digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar peternakan, untuk mengaliri tanaman. Atau untuk peruntukan lainnya yang sama jenis kegunaannya.

D. Kelas IV yaitu air yang digunakan untuk mengaliri tanaman atau untuk peruntukan lainnya yang mempersyaratkan mutu yang sama kegunaannya.

Standar kualitas air yang digunakan di PERUMDAM Tirta Kencana Kabupaten Jombang mengacu pada PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Lampiran Parameter Wajib Persyaratan Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Keekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5

Sumber: PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010

2.2.2. Kuantitas Air

Secara umum penyediaan air bersih berasal dari sumber air permukaan atau air dalam tanah. Karena tujuan utama dari perencanaan jaringan adalah agar kebutuhan masyarakat akan tersedianya air bersih dapat terlayani dengan baik. Untuk hal-hal yang dapat mengurangi jumlah air yang didistribusikan antara lain disebabkan oleh banyaknya sambungan pipa dan panjangnya jalur pipa sedapat mungkin dihindarkan.

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih dapat ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani.

Persyaratan kuantitas juga bisa ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Dan kuantitas adalah syarat yang terpenting dalam melayani konsumen agar kebutuhannya sehari – hari berjalan sesuai dengan kemampuan konsumen masing – masing.

Pemakaian air oleh suatu masyarakat bertambah besar dengan kemajuan masyarakat tersebut, sehingga pemakaian air sering kali di pakai sebagai salah satu tolak ukur tinggi rendahnya kemajuan suatu masyarakat.

2.2.3. Kontinuitas

Persyaratan kontinuitas artinya bahwa air baku untuk air minum tersebut dapat diambil terus-menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik musim kemarau maupun musim hujan.

2.3 Sumber Air Bersih

Sumber air yang digunakan sehari-hari haruslah memenuhi syarat-syarat kesehatan. Air di bumi selalu mengalami siklus hidrologi sehingga dikenal 4 (empat) sumber air di bumi yaitu : (Sutrisno, 2006)

2.3.1. Air Laut

Air laut adalah merupakan air yang menutupi permukaan tanah yang sangat luas dan umumnya mengandung garam dan berasa asin. Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum. Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah. Contohnya natrium, kalium, kalsium, dll. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat

menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadai asin karena banyak mengandung garam.

1. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah merupakan sumber air tawar terbesar, mencakup kira-kira 30% dari total air tawar atau 10,5 juta km³. Air tanah terbentuk dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan meresap ke dalam tanah melalui pori-pori tanah dan akar tanaman, dan kemudian tertahan pada lapisan tanah membentuk lapisan yang mengandung air tanah (Aquifer). Akhir-akhir ini pemanfaatan air tanah meningkat dengan cepat, bahkan di beberapa tempat tingkat eksploitasinya sudah sampai tingkat yang membahayakan. Air tanah biasanya diambil, baik untuk sumber air minum dan air bersih maupun untuk irigasi (Suripin, 2002).

2. Air Atmosfir

Dalam keadaan murni, air sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran.

3. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya. Beberapa pengotoran ini, untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteriologi (Sutrisno, 2002). Air permukaan ada 2 macam yakni :

A. Air sungai

Sungai mempunyai karakteristik umum yaitu debit aliran, pengeluaran, dan fluktuasi kualitas air sepanjang tahun, hari bahkan jam. Debit aliran

minimum biasanya terjadi pada akhir periode musim kering. Debit aliran maksimum yang disertai kualitas air yang buruk biasanya terjadi sesudah hujan lebat selama periode musim hujan. Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang sangat tinggi sekali. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi.

B. Air rawa/danau

Air danau adalah sejumlah air tawar yang terakumulasi di suatu tempat yang cukup luas, yang dapat terjadi karena mencairnya gletser, aliran sungai, atau karena adanya mata air. Kebanyakan air rawa/danau ini berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. Danau dapat memiliki manfaat serta fungsi seperti untuk irigasi pengairan sawah, ternak serta kebun, sebagai objek pariwisata, sebagai PLTA atau pembangkit listrik tenaga air, sebagai tempat usaha perikanan darat, sebagai sumber penyediaan air bagi makhluk hidup sekitar dan juga sebagai pengendali banjir dan erosi.

2.4 Pengolahan Air

Pengolahan air bersih sangat erat kaitannya dengan bangunan pengolahan yang dipilih, sebab di tiap bangunan pengolahan terjadi proses yang berbeda. Berikut beberapa proses yang terjadi selama proses pengolahan air bersih dengan air sungai sebagai air baku dan menggunakan bangunan pengolahan secara umum, diantaranya :

2.4.1. Pengolahan Pendahuluan (Pretreatment)

Pretreatment dilakukan di awal pengolahan sebelum masuk ke unit –unit bangunan pengolahan air bersih. Yang termasuk dalam Pretreatment ini adalah:

- a. Screening, adalah alat yang digunakan untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran besar agar tidak masuk ke unit – unit pengolahan selanjutnya. Screening biasanya bagian dari intake yang terdiri atas batangan – batangan besi yang disusun berjajar atau paralel.
- b. Grit Chamber, adalah unit pengolahan awal yang berbentuk bak atau saluran dangkal untuk menangkap grit. Grit adalah partikel yang berukuran besar ($S_g = 2.65$, diameter = 2×10^{-2} cm) yang lebih mudah mengendap dalam air. Contoh grit : kerikil, pasir kasar, lumpur kasar, butiran kaca, dan sebagainya. Bangunan ini hanya diperlukan bila air baku mengandung grit dalam jumlah yang besar.
- c. Prasedimentsi (Sedimentasi I), adalah proses untuk mengendapkan partikel diskret atau partikel kasar atau lumpur. Prasedimentsi hanya diperlukan bila dalam air baku terdapat partikel diskrit atau partikel kasar atau lumpur dalam jumlah yang besar. Pengendapan dilakukan dalam bak dengan waktu detensi 2 - 4 jam dengan aliran laminer untuk memberikan kesempatan pada lumpur untuk mengendap tanpa terganggu aliran. Harus dilakukan pengurasan lumpur secara periodik.

2.4.2. Koagulasi dan Flokulasi

Merupakan dua proses yang saling terkait satu sama lain dan tidak terpisahkan. Proses ini terjadi pada bak koagulator dan flokulator.

- a. Koagulasi, adalah destabilisasi muatan pada koloid dan padatan tersuspensi dengan bahan koagulan. Tujuan koagulasi adalah untuk menghasilkan flok – flok dari hasil penggabungan ion koagulan dan partikel yang tidak stabil, untuk menggabungkan ion – ion dengan muatan berlawanan. Proses ini bersamaan dengan waktu dimasukkannya koagulan yang disertai dengan pengadukan cepat ($G = 500 - 1000 \text{ dt}^{-1}$) selama maksimal 1 menit.
- b. Flokulasi, adalah proses pembentukan flok dari partikel yang tidak stabil (hasil koagulasi) menjadi partikel flok atau flok yang berukuran lebih besar sehingga mudah mengendap. Tujuan flokulasi yaitu untuk menggabungkan flok kecil menjadi flok yang berukuran lebih besar sehingga mudah mengendap dan menjaga flok yang telah terbentuk agar tidak pecah kembali. Proses ini disertai dengan pengadukan lambat ($G = 20 - 100 \text{ dt}^{-1}$) selama 20 - 60 menit.

2.4.3. Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu proses pemisahan solid liquid memanfaatkan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan suspended solid. Partikel yang diendapkan adalah partikel flokulen dari bak flokulator. Tujuan pengendapan adalah untuk menghasilkan kandungan solid dalam air dengan cara mengendapkan partikel flokulen di dalam bak sedimentasi. Bangunan sedimentasi mempunyai proses yang sama dengan bak Prasedimentasi, hanya yang membedakan partikel yang diendapkan adalah partikel flokulen pada sedimentasi.

2.4.4. Filtrasi

Filtrasi adalah proses alami yang terjadi di dalam tanah dimana air tanah melewati media berbutir dan terjadi proses penyaringan sehingga prinsip tersebut digunakan sebagai dasar perancangan bak filter. Tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel yang tersuspensi atau koloidal yang tidak mengendap selama proses sedimentasi selain itu filter juga dapat menghilangkan bakteri secara efektif dan juga membantu removal warna, bau, Fe dan Mn.

2.4.5. Desinfeksi

Desinfeksi adalah langkah terakhir dalam proses pengolahan air bersih. Proses ini menggunakan desinfektan (biasanya khlor / kaporit) dengan memanfaatkan sisa khlor untuk membunuh mikroorganisme yang terdapat pada air bersih. Desinfeksi wajib dilakukan sebagai prsyarat air siap dimanfaatkan konsumen.

Proses yang terjadi dalam pengolahan air bersih sangat tergantung dari kualitas dan karakteristik air baku yang digunakan. Bisa saja proses diatas diatas bertambah misalnya bila air baku yang digunakan memiliki kandungan Fe dan Mn yang tinggi sehingga dibutuhkan bangunan aerasi untuk meremoval zat tersebut. Demikian halnya bila air baku memiliki kualitas air yang cukup baik sehingga hanya dibutuhkan desinfeksi sebelum di distribusikan ke konsumen.

2.5 Unit Proses Pengolahan Air Bersih

Menurut Reynolds, berdasarkan fungsinya unit operasi dan proses dibagi menjadi tiga yaitu fisika, kimia, dan biologi. Adapun unit operasi dan proses yang biasanya digunakan pada pengolahan air bersih yaitu



2.5.1. Intake (*Bangunan Sadap*)

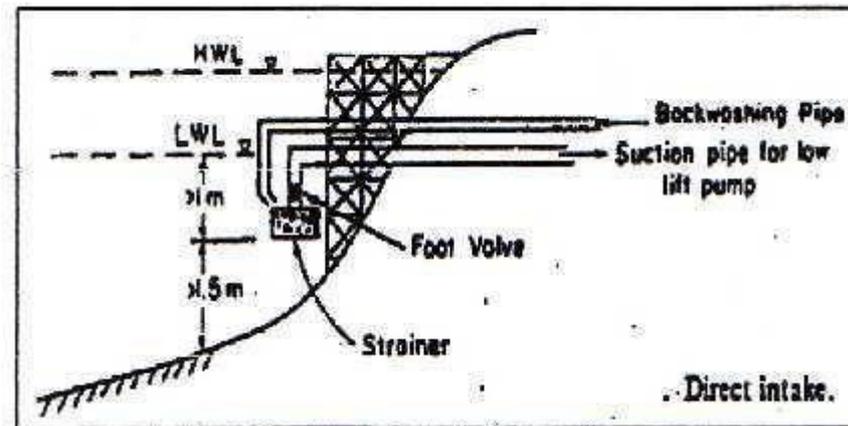
Intake berfungsi untuk pengambilan/penyadap air baku. Bangunan ini merupakan saluran bercabang dua yang dilengkapi dengan bar screen (saringan kasar) yang berfungsi untuk mencegah masuknya sampah-sampah berukuran besar dan fine screen (saringan halus) yang berfungsi untuk mencegah masuknya kotoran-kotoran maupun sampah berukuran kecil yang terbawa arus sungai.

Intake merupakan suatu bangunan yang dibangun pada suatu badanair dengan fungsi untuk mengalirkan air dari badan air menuju ke unit pengolahan air lebih lanjut, baik secara gravitasi maupun dengan sistem pemompaan. Pada Instalasi yang hanya memiliki satu unit intake, jika terjadi malfungsi (kerusakan) pada unit ini maka akan menyebabkan terganggunya proses penyediaan air bersih untuk penduduk. Oleh karena itu, suatu intake harus diletakkan pada lokasi yang mudah diakses, direncanakan dan dibangun untuk menyediakan air bersih dengan kualitas yang terbaik serta air baku yang diambil tidak mudah terpengaruhi dalam segala kondisi. Sedangkan hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan intake, yang ditunjuk dalam tabel 2.1

Tabel 2.2 Pemilihan Lokasi Intake, menurut (AWWA, 1990)

KRITERIA	HAL – HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN
Kualitas air	<ul style="list-style-type: none"> • Aliran drainase permukaan • Tempat pembuangan Air Limbah • Arah aliran air pada badan air • Dampak dari angin dan gelombang • Kedalaman air dan fluktuasinya
Kedalaman air	Kedalaman air maksimum dan penambahan kedalaman pada inlet
Navigasi	Tidak berada pada daerah pelayaran
Sampah	Pencegahan agar sampah tidak dapat masuk
Fasilitas Pengaliran	Dekat dengan Instalasi pengolahan untuk meminimalkan panjang pipa
Biaya	Biaya yang minimum pada pembangunan dengan masa pakai yang lama

- Alternatif jenis intake air permukaan (Razif,1986):
 - a. Intake langsung (direct intake), memiliki karakteristik :
 - 1) Ujung pipa suction atau pompa langsung berada di kedalaman sungai.
 - 2) Digunakan pada sungai yang dalam, dimana terdapat kemungkinan terjadinya erosi pada dinding dan pengendapan pada bagiandasarnya.



Gambar 2.1. Direct Intake

- b. Canal intake, memiliki karakteristik:

Digunakan untuk air yang berasal dari canal. Dinding chamber sebaiknya terbuka ke arah canal dan dilengkapi dengan saringan kasar. Dari chamber air yang dialirkan dengan pipa yang ujungnya terdiri dari bell mouth yang berbentuk setengah bola yang berlubang-lubang.
- c. River Intake, memiliki karakteristik :
 - i. Berbentuk sumur pengumpul dengan pipa penyadap.
 - ii. Lebih ekonomis untuk air sungai yang mempunyai beda level permukaan air musim hujan dan kemarau yang cukup tinggi.

Pada IPA Kudu PERUMDAM Tirta Kencana Kabupaten Jombang jenis bangunan intake yang digunakan adalah river intake.

2.5.2. Koagulasi dan Flokulasi

- **Koagulasi (Pengadukan Cepat)**

Bangunan pengaduk cepat (flash mix) digunakan untuk proses koagulasi yang merupakan proses awal untuk pengendapan partikel – partikel koloid yang terdapat dalam air baku. Partikel koloid sangat halus dan sulit untuk diendapkan tanpa proses pengolahan lain (plain sedimentation).

Koagulasi adalah proses pengadukan cepat dengan pembubuhan bahan kimia (koagulan) yang berfungsi untuk mengurangi gaya tolak – menolak antar partikel koloid, untuk kemudian bergabung membentuk flok – flok. Pengaduk cepat digunakan dalam proses koagulasi, karena:

- a. Untuk melarutkan koagulan dalam air
- b. Untuk mendistribusikan koagulan secara merata dalam air
- c. Untuk menghasilkan partikel – partikel halus sebagai inti koagulasi (coagulation agent) sebelum reaksi koagulasi selesai

Proses pengadukan cepat dapat dilakukan dengan tiga cara, yakni : (Masduqi dan Slamet,2002)

1. Pengadukan mekanis

Adalah membuat aliran turbulen dengan tenaga penggerak motor dimana bak pengaduk dilengkapi dengan peralatan mekanis, seperti:

- a. Paddle, dengan putaran 2 - 150 rpm
- b. Turbine, dengan putaran 10 - 150 rpm
- c. Propeller, dengan putaran 150 - 1500 rpm

2. Pengadukan hidrolis

Pengadukan cepat secara hidrolis dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan kondisi alirannya, yakni:

- a. Open channel flow
 - 1) Hydroulic jump mixer
 - 2) Parshal flume
 - 3) Palmer bolwus flume
 - 4) Weir
- b. Flow in pressure pipe
 - 1) Hydroulic energy dissipator
 - 2) Turbulent flow pipe mixer

3. Pneumatic Mixing (Pengadukan Pneumatik)

Pengadukan pneumatic adalah pengadukan yang menggunakan tenaga angin (menggunakan blower). Pengadukan seperti ini biasa disebut aerasi namun digunakan untuk proses koagulasi.

Pengadukan dengan cara ini adalah dengan cara mengalirkan udara melalui nozzle sehingga udara yang di hasilkan dapat di distribusikan merata dan berbentuk gelembung udara yang alirannya keatas. Nozzle – nozzle itu memiliki bentuk yang bermacam – macam dan ukuran yang bermacam – macam pula. Udara yang keluar dari nozzle akan memutar air dan mengaduk air secara homogen, sehingga dapat digunakan untuk proses koagulasi.

Secara umum efisiensi dari proses ini tergantung pada diameter nozzle dan tekanan udara yang digunakan. Sehingga untuk mendisain bak koagulasi dengan system ini diperlukan kriteria disain untuk nozzle.

Kriteria disain untuk perencanaan nozzle adalah sebagai berikut :

- a) Diameter lubang nozzle : 5 - 37 mm.
- b) Tinggi discharge : 0,5 - 5 m.
- c) Waktu detensi : 0,6 - 2,6 menit.
- d) Jarak antar nozzle : 0,5 - 5 m.

2.5.3. Flokulasi (pengadukan Lambat)

Bangunan pengadukan lambat merupakan proses pengadukan yang berlangsung secara lambat dan kontinu, yang bertujuan untuk menggabungkan partikel tersuspensi (flok – flok kecil) di dalam air baku yang titik akhir pembentukannya terjadi di flash mix agar ukurannya menjadi lebih besar, sehingga dapat dipisahkan dari air melalui proses pengendapan. Pengadukan lambat digunakan untuk proses flokulasi, didasarkan pada beberapa alasan berikut:

- i. Memberi kesempatan inti flok untuk bergabung membentuk flok – flok yang ukurannya lebih besar.
- ii. Memudahkan flokulan dengan lengan – lengannya untuk mengikat flok – flok kecil menjadi ikatan flok dengan ukuran yang lebih besar.
- iii. Mencegah pecahnya kembali flok – flok yang sudah terbentuk.

Pada proses flokulasi, pengadukan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu

1. Cara mekanis

Banyak digunakan di negara – negara maju, karena memiliki kegunaan yang lebih luas. Pengadukan dilakukan dengan menggunakan alat mekanis, seperti paddle, turbine ataupun impeller yang digerakkan dengan motor dan kecepatan mekanisnya dapat disesuaikan dengan variasi debit, temperatur, serta kualitas air baku.

2. Cara hidrolis

Cara ini tidak membutuhkan peralatan mekanis dan kebutuhan akan tenaga operasional kecil bila tersedia beda tinggi yang cukup. Sebagian besar flokulasi secara hidrolis beroperasi dengan pendekatan aliran plug flow.

Beberapa kerugian dari penggunaan flokulasi secara hidrolis, antara lain sebagai berikut :

- a) Tidak ada fleksibilitas untuk merespon perubahan kualitas air baku
- b) Headloss yang terjadi biasanya cukup tinggi
- c) Parameter flokulasi hidrolis merupakan fungsi dari debit dan tidak dapat disesuaikan secara bebas Pembersihan sulit dilakukan

- **Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses**

Faktor pembentukan koloid pada suatu air apabila konsentrasi muatan partikel koloid kecil (kekuatan rendah), maka penetralan oleh Al³⁺ sulit terjadi. Untuk itu diperlukan penambahan zat bantu koagulan berupa material kekeruhan. faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi dipengaruhi oleh variabel – variabel yang kompleks, antara lain: (Reynold,1992)

1. Karakteristik partikel

Dibedakan atas dua bagian, yakni :

- a. karakteristik partikel berdasarkan ukuran
 - I. Ukuran 5 μm - 1 μm
 - II. Partikel tersuspensi dengan ukuran $> 5 \mu\text{m}$
 - III. Partikel dengan ukuran $< 5 \mu\text{m}$, yang disebut larutan
- b. Karakteristik partikel berdasarkan sifat hidrasi, hidrophobik dan hidrofilik.

2. Kekeruhan

Hal – hal yang diperhatikan mengenai kekeruhan dalam proses koagulasi dan flokulasi adalah sebagai berikut :

- a. Kebutuhan koagulasi pada kekeruhan larutan, akan tetapi penambahan koagulan tidak berkoreksi linier terhadap kekeruhan.
- b. Kekeruhan tinggi umumnya memerlukan dosis koagulan yang relatif rendah karena dengan tingginya kekeruhan kemungkinan akan terjadi tumbukan lebih tinggi dibanding dengan kekeruhan rendah yang jarak antar partikelnya jauh, sehingga membutuhkan dosis koagulan yang relatif tinggi.
- c. Ukuran partikel yang tidak seragam jauh lebih mudah dikoagulasi daripada partikel tidak seragam. Hal ini disebabkan karena pusat–pusat yang lebih besar atau mudah terbentuk pada partikel kecil, sedangkan partikel besar mempercepat pengendapan.

3. Temperatur

Perubahan temperatur akan menyebabkan perubahan viskositas, dimana semakin panas suhu, viskositas makin kecil. Pengaruh perubahan viskositas tersebut menyebabkan perubahan gradien kecepatan

4. Gradien kecepatan

Merupakan karakteristik yang digunakan untuk pencampuran fluida dan dinyatakan dalam detik⁻¹. Didefinisikan sebagai perbedaan kecepatan antara dua titik atau volume terkecil fluida yang tegak lurus perpindahan. Gradien kecepatan berhubungan dengan adanya waktu pengadukan (td). Nilai G yang terlalu besar dapat mengganggu pembentukan titik akhir flok. Proses koagulasi memerlukan gradien kecepatan lebih tinggi daripada proses flokulasi.

5. Komposisi zat kimia dalam air

Di dalam air terlarut garam – garam mineral. Pengaruh garam – garam mineral dalam proses koagulasi dan flokulasi disebabkan oleh kemampuannya dalam menggantikan kedudukan ion hidroksida pada senyawa kompleks hidroksida. Selain itu, garam – garam mineral berpengaruh dalam menentukan:

- a) pH optimum proses koagulasi
- b) waktu yang diperlukan pada proses koagulasi
- c) dosis koagulan optimum

6. Jenis koagulan dan flokulan

Pemilihan jenis koagulan dan flokulan disesuaikan dengan jenis koloid yang terkandung di dalam air. Berikut merupakan jenis koagulan yang sering digunakan sebagai berikut :

Tabel 2.3 Jenis Koagulan

Nama	Rumus Kimia	Reaksi dengan Air	pH Optimum
Alum	$Al_2(SO_4)_3$	Asam	6,0 - 7,8
Natrium Aluminat	$NaAlO_2$	Basa	6,0 - 7,8
Polyaluminium Chloride (PAC)	$AlCl_3$	Asam	6,0 - 7,8
Ferri Sulfat	$Fe_2(SO_4)_3$	Asam	4 - 9
Ferri Klorida	$FeCl_3$	Asam	4 - 9
Ferro Sulfat	$FeSO_4$	Asam	>8,5

7. Waktu detensi / kontak (td)

Merupakan nilai kontak antara partikel kimia dengan air baku. Waktu kontak dipengaruhi volume bak dan debit air baku.

8. Turbulensi

Turbulensi adalah aliran fluida yang bergolak karena gesekan fluida tersebut. Turbulensi diperlukan pada proses koagulasi untuk meratakan koagulan ke seluruh bagian fluida dan memberikan kesempatan pada partikel koloid untuk saling bergabung membentuk inti flok.

9. Zeta potensial

Merupakan potensial elektrostatik yang ada disekitar kulit suatu partikel yang dapat mempengaruhi stabilitas koloid. Elektrolit yang ada disekitar partikel yang bermuatan negatif. Lapisan ion ini akan menarik ion yang bermuatan positif yang terdapat didalam air. Hanya zeta potensial mempengaruhi tingkat kemudahan destabilisasi partikel koloid yang terdapat di dalam air.

10. pH

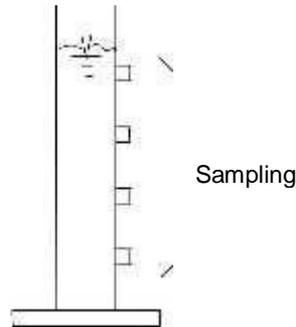
Pemilihan pH yang tepat akan mempengaruhi dosis optimum dari koagulan. Hal ini disebabkan oleh sifat kimia koagulan yang sangat tergantung pada pH. Batasan nilai pH dipengaruhi oleh jenis koagulan yang digunakan dari komposisi kimia yang terdapat dalam air. Pada proses koagulasi dan flokulasi terdapat range pH dimana terjadi proses yang baik dalam waktu singkat dengan suatu dosis koagulan tertentu. Besaran pH dipengaruhi oleh :

- A) Jenis dan dosis koagulan yang dipakai
- B) Komposisi kimia (pH awal, alkalinitas dan lain – lain)

2.5.4. Bangunan Sedimentasi

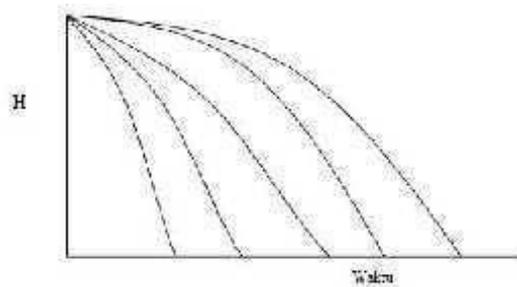
Bangunan sedimentasi berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pengendapan partikel-partikel flokulen yang terbentuk dari proses koagulasi-flokuasi. Partikel flokulen adalah partikel yang selama proses pengendapannya berubah ukuran, bentuk dan beratnya. Partikel flokulen yang ada di dalam air atau fluida mempunyai kemungkinan bagi partikel untuk saling kontak karena adanya gaya-gaya yang mempengaruhi. Kemungkinan bagi partikel untuk saling berkontak akan semakin besar dengan bertambahnya kedalaman tempat mengendap. Jadi penyisihan dari *suspended matter* (benda-benda tersuspensi) tidak hanya tergantung dari kecepatan pengendapan tetapi juga dari kedalaman. Inilah perbedaan penting antara pengendapan partikel diskrit dengan partikel flokulen.

Tes kolom juga diperlukan untuk menganalisa dan mempelajari proses pengendapan partikel flokulen. Alat tes kolom untuk partikel flokulen berbeda dengan alat tes kolom untuk partikel diskrit, perbedaannya terletak pada jumlah lubang sampel (*sampling ports*), untuk partikel flokulen lubangnya lebih banyak



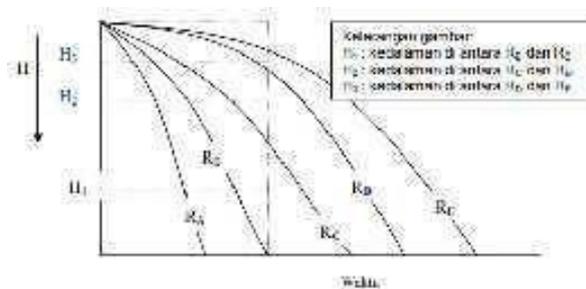
Gambar 2.2 *Test Coloumn* dan Detail *Sampling Ports*

Dengan menggunakan kolom pengendapan tersebut, sampling dilakukan pada setiap *ports* pada interval waktu tertentu, dan data removal partikel diplotkan pada Grafik seperti Gambar 2.5 berikut ini :



Gambar 2.3 Grafik Iso-removal

Grafik isoremoval dapat digunakan untuk mencari besarnya penyisihan total pada waktu tertentu. Dengan cara menarik garis vertikal dari waktu tertentu tersebut. Tentukan kedalamannya H_1 , H_2 , H_3 , dan seterusnya, bisa dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.4 Penentuan Kedalaman H_1 , H_2 dan Seterusnya

Untuk meningkatkan efisiensi pengendapan biasanya digunakan sekat yang dipasang secara horizontal. Pengembangan dari bentuk sekat horizontal adalah dengan meletakkan sekat miring (membentuk sudut dengan bidang horizontal) sehingga sedimentasi mempunyai bagian bangunan yang sama dengan bangunan lumpur dapat meluncur ke bawah dengan sendirinya ke dasar bak. Hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain bak sedimentasi adalah pengaturan *inlet* maupun *outlet*-nya. Ada dua jenis bak sedimentasi yang biasa digunakan :

a. Horizontal-flow Sedimentation

1. Desain yang baik pada bangunan ini dapat mengurangi lebih dari 95% dari kekeruhan air.
2. 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 supernatan (airnya) keluar melalui zona *outlet*.

Beberapa keuntungan *horizontal-flow* dibandingkan dengan *up flow* adalah:

- Lebih bisa menyesuaikan dengan variasi kualitas dan hidrolika 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

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

2.5.5. Bangunan Filtrasi

Bangunan filter adalah bangunan dimana terjadi proses filtrasi, yaitu proses penyaringan air melalui media berbutir yang porous, menghilangkan partikel koloid yang tidak terendapkan selama proses sedimentasi. Beberapa macam proses filtrasi antara lain : (Reynold,1992)

1. Rapid Sand Filter

Merupakan proses filtrasi yang dilakukan setelah proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Media yang dipakai terbentuk :

- a. Single media, misalnya : pasir.
- b. Dual media, misalnya : antrasit dan pasir yang terpisah.
- c. Mixed media, misalnya : antrasit dan pasir yang tercampur.

Namun secara umum media yang sering dipakai ialah antrasit, pasir dan kerikil. Dan susunan media yang baik untuk filtrasi adalah bagian atas kasar dan semakin ke bawah semakin halus. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya clogging di lapisan atas dan seluruh media dapat dimanfaatkan sebagai filter / penyaringan. Adapun pencucian media dapat dilakukan dengan dua cara, yakni dengan system backwash ataupun surface wash.

Secara umum rapid sand filtration dapat diklasifikasikan menurut :

- a) Tipe media yang digunakan, meliputi : filter single media, dual media maupun mixed media.
- b) Rate control sistem pada filter yang digunakan, meliputi : constant rate filtration dan declining rate filtration.

- c) Arah aliran filter, meliputi : upflow filtration dan down filtration.
- d) Operasi yang digunakan, meliputi : gravitasi dan pressure filter.

2 Slow Sand Filter

Saringan pasir yang digunakan pada awal teknologi pengolahan air pada abad 19 adalah saringan pasir lambat, dengan system inlet, jenis media pasir, system under drain, dan system outlet. (Fair and Okun,1971) Kelebihan yang dimiliki oleh saringan pasir lambat adalah : (Hadi,1997)

- a. Kualitas effluen yang lebih baik bila dibandingkan dengan saringan pasir cepat, karena adanya lapisan film mikroba di bagian atas pasir yang berfungsi sebagai pemisah bakteri, zat organik, kekeruhan dan pencemar lain.
- b. Dapat mengatasi fluktuasi kualitas influen, tanpa menurunkan kualitas effluen.
- c. Biaya konstruksi dengan menggunakan konstruksi batu kali sehingga murah.
- d. Biaya operasi pemeliharaan yaitu tanpa peralatan impor sehingga relatif murah.
- e. Sistem pengoperasian dan pemeliharaan yang mudah, sehingga tidak memerlukan skilled operator.
- f. Tidak memerlukan material dan peralatan impor.
- g. Tidak memerlukan air pencuci filter dalam jumlah besar.

Sedangkan kemungkinan kelemahan dari saringan pasir lambat adalah :

(Hadi,1997)

- a. Perlu lahan relatif luas
- b. Bila air baku tercemar oleh toxic wastes, lapisan film mikroba tidak terbentuk, sehingga kualitas bakteriologis effluennya sama dengan saringan pasir cepat.
- c. Bila algae terdapat dalam jumlah yang melimpah, sehingga pengerukan lapisan atas menjadi terlalu sering.
- d. Di daerah gempa memerlukan konstruksi beton, sehingga mahal.
- h. Di daerah bersalju perlu penutup agar air tidak membeku.

3. Pressure filtration

Proses penyaringan dengan tekanan pada pengolahan air minum yang air bakunya berasal dari air tanah sebelum didistribusikan.

4. Direct filtration

Persyaratan yang harus dipenuhi agar dapat dilakukan filtrasi langsung atau direct filtration adalah:

- a. Kekeruhan air baku sebelum masuk filter relatif rendah (< 25 NTU)
- b. Pada kekeruhan tinggi diperlukan pengendap pertama
- c. Test untuk menentukan kelayakan penggunaan direct filtration, yaitu bila dosis koagulan ≤ 6 mg/L (ditambah sedikit polimer). Namun bila dosisnya >15 mg/L tidak sesuai untuk penerapan direct filtration. (Schulz,1984)

Sedangkan karakteristik filtrasi langsung atau direct filtration adalah biaya fisik & OM relatif rendah dan volume air pencuci relatif tinggi yaitu 6% (konvensional 3 - 4%).

• Mekanisme filtrasi

Proses filtrasi pada dasarnya adalah kombinasi dari berbagai proses yang berbeda. Proses – proses yang paling penting adalah :

1. Mechanical Straining

Merupakan penyaringan partikel tersuspensi yang terlalu besar untuk dapat lolos melalui ruang antar butiran media. Proses ini terjadi pada permukaan filter dan tidak tergantung kecepatan filtrasi. *Clogging* pada filter tergantung pada kecepatan filtrasi. *Clogging* pada filter akan mengurangi ukuran pori sehingga secara teoritis meningkatkan efisiensi penyaringan dari media filter dan akan meningkatkan tahanan filter sehingga perlu dipilih butiran yang lebih besar (Santoso,1997).

2. Sedimentasi

Pada proses ini akan terjadi pengendapan partikel tersuspensi yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan media. Pada prinsipnya semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan ini. Jika filtrasi

telah berjalan cukup lama maka endapan akan mengurangi ukuran efektif pori dan kecepatan air akan bertambah. Hal ini dapat menyebabkan penggerusan endapan sehingga terbawa keeffluen yang menyebabkan kualitas effluen menjadi lebih buruk sehingga memerlukan pencucian / *backwashing*. (Santoso, 1997)

3. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penghilangan impurities air karena adanya gaya tarik menarik antara impurities dengan butiran media. Proses adsorpsi ini memegang peranan yang sangat penting dalam filtrasi, karena akan menghilangkan partikel yang lebih kecil daripada partikel tersuspensi, seperti partikel impurities dan partikel koloid. Kemampuan adsorpsi hanya terjadi pada jarak antara 0,01 - 1 μm disekitar partikel butiran. Prinsip proses adsorpsi adalah karena adanya perbedaan muatan antara permukaan butiran dengan impurities tersuspensi atau koloid yang ada disekitarnya. Partikel koloid yang berasal dari organik umumnya bermuatan negatif tidak akan teradsorpsi pada saat filter masih bersih dan baru beroperasi. Setelah filtrasi berjalan dan banyak partikel positif tertahan pada butiran media filter, maka permukaan butiran menjadi lewat jenuh dan menjadi bermuatan positif. Kemudian terjadi adsorpsi tingkat kedua, yaitu menarik partikel bermuatan negatif. Jika adsorpsi tingkat kedua mencapai kondisi lewat jenuh, muatan kembali menjadi negatif dan mengadsorpsi muatan positif. Semakin lama impurities yang menempel pada permukaan butiran media akan semakin tebal, sehingga gaya penyebab terjadinya adsorpsi (gaya Van der Waals dan Coloumb) menjadi menurun kekuatannya dan efisiensi filter menurun (Santoso, 1997).

4. Aktivitas Kimia

Aktivitas kimia adalah proses dimana impurities yang terlarut diuraikan menjadi substansi yang lebih sederhana dan tidak berbahaya atau dirubah menjadi partikel tidak terlarut, sehingga dapat dihilangkan dengan proses straining, sedimentasi dan adsorpsi pada media berikutnya.

5. Aktivitas Biologis

Aktivitas ini disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter. Secara alamiah bakteri terdapat dalam air baku dan jika melalui filter ada yang tertahan pada butiran media filter. Bakteri ini berkembang biak dengan bahan organik dan anorganik sebagai makanannya yang mengendap di butiran, makanan ini sebagian dipergunakan untuk proses hidupnya (disimilasi) dan sebagian untuk proses pertumbuhannya (asimilasi). Hasil disimilasi ini dipergunakan lagi oleh bakteri yang letaknya lebih dalam.

Pemakaian dari filter ini tidak dapat secara terus menerus tanpa adanya pencucian filter, karena efektifitas filter akan menurun bila telah penuh dengan partikel yang menempel dan kelewat jenuh. Apabila dari effluen filter telah terdapat endapan maka merupakan pertanda filter perlu dicuci. Pencucian filter dengan cara backwash, pencucian media dengan aliran balik. Dari mekanisme yang terjadi dalam filter dapat disimpulkan bahwa selama prosesnya akan terjadi perbaikan kualitas air baku yang akan digunakan sebagai air minum.

- Berikut ini adalah hal – hal yang perlu diperhatikan dalam proses filtrasi :
 1. Kecepatan air melalui saluran atau pipa
Dalam merencanakan perpipaan, saluran, valve, gate valve pada filter umumnya perlu diperhatikan batasan kecepatan air.
 2. Media saringan
Media saringan meliputi media filter dan media penyangga. Media filter umumnya berbentuk single media, dual media atau mixed media.
 3. Sistem pengumpul filtrat (underdrain)
Sistem pengumpul filtrat meliputi : orifice, lateral dan manifold. Filtrat atau air yang telah disaring masuk dari orifice kemudian ke lateral dan mengalir ke manifold. Dua tujuan utama penggunaan sistem underdrain filter adalah untuk menahan filter bed tanpa adanya kehilangan media dan distribusi yang seragam dari air pencuci filter ke seluruh filter bed. Untuk desain interfilter – washing unit, headloss yang terjadi di underdrain antara 20 - 30 cm, dimana dimungkinkan terjadi ketidak seragaman distribusi aliran, sehingga kedapatan aliran harus cukup kecil agar variasi tekanan atau headloss tidak mempengaruhi perencanaan dari backwash.

4. Pencucian media

Ada dua cara umum dalam pencucian media filter, yaitu :

a) Backwashing system (pancaran keatas)

Backwash bertujuan untuk menghilangkan material – material yang terdeposit dalam filter bed selama proses filtrasi berlangsung. Ketika filter di backwash, aliran upflow dikenakan pada rate tertentu untuk dapat mengekspansi media filter dan membawa akumulasi kontaminan pada filter. Prosestase ekspansi media pada setiap rate ialah fungsi dari ukuran dan spesifik gravity media dan temperatur air. Untuk menentukan total head yang diperlukan untuk backwash, diperlukan perhitungan headloss pada sistem selama backwash, termasuk kehilangan tekanan di media filter, media penahan, underdrain dan pelengkapanya.

Adapun tiga tipe pengaturan backwash yang biasa digunakan, yaitu :

(Hadi,1997)

- 1) Elevated reservoir
- 2) Pompa backwash
- 3) Interfilter washing-unit

b) Surface washing system (pancaran ke permukaan filter)

Dengan mengetahui debit pencucian maka bisa di hitung kecepatan aliran, slope dan kehilangan tekanan melalui manifold, lateral dan orifice. Perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus atau dengan nomogram. Selain dengan surface wash dapat pula digunakan udara atau alat mekanis dengan tujuan yang sama yaitu membantu backwash sehingga filter tetap bersih.

2.5.6. Bangunan Desinfeksi

Desinfeksi merupakan metoda untuk membunuh bakteri yang tidak dikehendaki ada di dalam air minum, seperti bakteri pathogen sebagai penyebab berbagai penyakit. Berbeda dengan sterilisasi yang berarti membunuh semua mikroorganisme hidup. Sasaran sterilisasi adalah untuk riset, penggunaan dalam bidang kedokteran dan farmasi. Air minum tidak memerlukan sterilisasi. Hal yang perlu diperhatikan dalam konteks desinfeksi adalah bagaimana mencegah terjadinya pemindahan bibit penyakit ke tubuh manusia melalui air minum dengan memutus rantai antara keduanya dengan cara desinfeksi. Ada 3 kategori mikroorganisme patogen di usus manusia, yaitu bakteri, virus, dan kista. (hadi,1997)

- Untuk pertimbangan praktis, desinfeksi harus memenuhi persyaratan seperti : (Fair,1971)
 - a. Dapat membunuh berbagai jenis dan semua populasi patogen yang ada di dalam air minum dalam waktu dan suhu tertentu
 - b. Desinfektan tidak bersifat racun terhadap manusia / binatang atau ditolak eksistensinya karena rasa / baunya
 - c. Biaya pengadaanya murah, metode penyimpanan dan pemberiannya mudah dan aman
 - d. Kadarnya dalam air minum mudah dianalisa dan diketahui
 - e. Masih menyisakan sejumlah kadar tertentu sebelum dikonsumsi.

Desinfeksi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

1. Physical

Air mendidih dapat membunuh organisme penyakit dalam waktu 15 – 20 menit, meskipun untuk amannya air harus dipanaskan dalam waktu lebih lama. Sinar matahari merupakan desinfektan alamiah karena sinar matahari mengandung sinar UV (ultraviolet) yang mampu bertindak sebagai desinfektan.

2. Chemical

Khlor, brom dan iodida merupakan kelompok hidrogen yang efektif untuk desinfektan. Agen pengoksidasi pottasium permanganat, khlorin dioksida dan ozon juga dapat digunakan sebagai desinfektan.

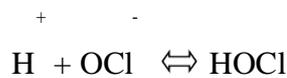
Pada proses desinfeksi, khlor bekerja dalam bentuk hypokhlorit atau khlor bebas. Residual khlor bebas bukan khlor bebas molekular yang bertindak sebagai gas terlarut kecuali pada $\text{pH} \leq 5$. Kombinasi khlor dengan air pada $\text{pH} 5$ dan 6 membentuk hipokhlor dan asam hipokhlorit.

Reaksi yang terjadi :



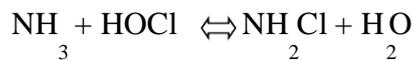
Pada $\text{pH} 8,5$ HOCl terionisasi 90% menjadi ion hipokhlorit. HOCl merupakan desinfektan efektif. Air dengan $\text{pH} 6 - 7,5$ maka 40 - 95% khlor tersedia bebas dalam bentuk HOCl.

- Kaporit dalam air bereaksi sebagai berikut :

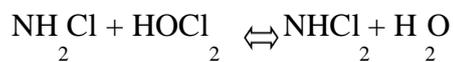


- Amonia dalam air akan bereaksi dengan khlor atau asamhipokhlorit membentuk :

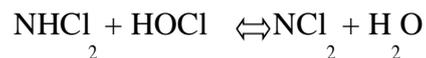
I) Pada $\text{pH} 7,7$: monochloramine (NH_2Cl)



II) Pada $4 \leq \text{pH} \leq 6$: dichloramine (NHCl_2)



III) Pada $\text{pH} \geq 7$; trichloramine



- Desinfeksi dengan khlor atau yang biasa dikenal sebagai khlorinasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

a. Plain chlorination

Khlorinasi langsung dilakukan ke dalam pipa, dimana pipa ini menghubungkan sumber air dan kota. Untuk desinfeksi saja diperlukan sekitar 0,50 mg/l zat khlor atau lebih, agar diperoleh sisa khlor didalam jaring – jaring pipa distribusi di dalam kota. Desinfeksi seperti ini biasanya dilakukan pada air permukaan tanpa adanya pengolahan (pada beberapa kota di luar negeri).

b. Prekhlorinasi

Khlor ditambahkan langsung pada air sebelum diolah. Bakteri terbunuh selama prekhlorinasi akan memperkecil kemungkinan digunakannya filter bed. Prekhlorinasi memperbaiki koagulasi dan mereduksi rasa dan bau karena oksidasi bahan organik.

c. Post khlorinasi

Khlor ditambahkan pada air yang telah diolah. Dosis khlor tergantung air baku dan lama kontak yang diperlukan.

Faktor – faktor yang mempengaruhi khlorinasi adalah sebagai berikut :

1. Suspended solid yang terkandung dalam air dapat digunakan sebagai pelindung bagi bakteri dari khlorin.
2. Disinfecting power menurun akibat kehadiran organic matter (senyawa organik).
3. Khlorinasi berlangsung efektif pada air yang mempunyai pH dan alkalinitas rendah.
4. Keefektifan khlorin menurun akibat kehadiran nitrit, besi, dan mangan.

2.5.6. Reservoir

Berfungsi untuk menampung air bersih, sebelum didistribusikan pada konsumen. Reservoir juga berfungsi sebagai bak kontak desinfektan (proses desinfeksi). Kapasitas Reservoir ditentukan dengan mempertimbangkan keperluan – keperluan seperti keperluan distribusi dan keperluan Instalasi. Kapasitas Ground Reservoir juga ditentukan berdasarkan waktu pemakaian, waktu pemompaan serta debit pemompaan.