

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2 Air Baku

Air baku merupakan salah satu bahan dasar dalam proses pengolahan air minum yang diambil dari sumber-sumber yang memenuhi standar baku mutu. Sumber air baku harus tersedia dalam jumlah besar agar dapat memenuhi kebutuhan air minum daerah perencanaan. Penentuan sumber air baku untuk pengolahan harus mempertimbangkan data yang didapat melalui penelitian secara periodik antara 5 – 10 tahun (Kawamura, 1991)

2 Karakteristik Air Minum

2.1 Parameter Air Minum

- Debit Pengolahan : liter/detik
- Total Coliform : 500
- Total Kromium : 1 mg/l
- Nitrit : 10 mg/l
- Nitrat : 100 mg/l
- Fe : 10 mg/l
- TDS : 600 mg/l
- Mangan : 5 mg/l

Baku mutu parameter air minum yang ditetapkan di PERMENKES 492 Tahun 2010, meliputi :

1. Total Coliform : Coliform adalah mikroorganisme yang biasanya digunakan sebagai indikator, dimana bakteri ini menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak (Pracoyo, 2006). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan

- 492 Tahun 2010 Kadar Koliform maksimum yang diperbolehkan bagi standard air minum adalah kurang dari 1 koloni/100 ml
2. Total Kromium : Kromium adalah senyawa yang dikenal memiliki daya racun yang sangat tinggi. Meskipun berbahaya kromium membantu hormone insulin. lebih tepatnya membantu mengubah glukosa dalam darah menjadi energy, sehingga glukosa dalam darah bisa turun. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan 492 Tahun 2010 Total Kromium maksimum yang diperbolehkan bagi standard air minum adalah 0,05 mg/l.
 3. Nitrit NO_2^- : Nitrit adalah ion-ion anorganic alami yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan 492 Tahun 2010 Kadar Nitrit maksimum yang diperbolehkan bagi standard air minum adalah 3 mg/l.
 4. Nitrit NO_3^- : Nitrat adalah ion-ion anorganic alami yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Nitrat adalah senyawa yang paling sering ditemukan di air bawah tanah maupun air yang terdapat di permukaan. . Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan 492 Tahun 2010 Kadar Nitrat maksimum yang diperbolehkan bagi standard air minum adalah 50 mg/l.
 5. Besi(Fe) : Besi adalah elemen kimiawi pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Besi juga dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan haemoglobin. Sekalipun Fe diperlukan oleh tubuh jika mengkonsumsi dalam jumlah banyak akan merusak dinding usus (Kusnaedi, 2004). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan 492 Tahun 2010 Kadar Besi maksimum yang diperbolehkan bagi standard air minum adalah 0,3 mg/l.
 6. TDS (Total Dissolve Solid) : TDS atau Jumlah zat padat yang terlarut merupakan indicator dari jumlah partikel atau zat tersebut, baik zat senyawa organic maupun anorganik. Air dengan TDS 0 bisa mengakibatkan hal ini pada tubuh manusia seperti:

- Kekurangan kadar kalium dalam badan, dimana tanpa kalium saraf tidak berfungsi.
- Kekurangan zat kalsium (*Ca*), akan menyebabkan gejala sebagai berikut : banyak keringat, gelisah, sesak napas, menurunnya daya tahan tubuh, kurang nafsu makan, sembelit, susah buang air, insomnia (susah tidur), kram, dan sebagainya.
- Kekurangan kadar Magnesium (*Mg*), dimana kekurangan magnesium dapat memicu: kekakuan atau kejang pada salah satu pembuluh koroner arteri, sehingga mengganggu peredaran darah dan dapat menyebabkan serangan jantung.
- Sering buang air kecil dan dalam jumlah yang banyak karena badan kita tidak bisa menyerap air yang tidak mengandung mineral.
- Kurangnya kemampuan tubuh memproduksi darah.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan 492 Tahun 2010 Kadar TDS maksimum yang diperbolehkan bagi standard air minum adalah 500 mg/l.

7. Mangan (*Mn*) : Mangan merupakan unsur logam golongan VII. Dalam jumlah yang kecil (<0,5 mg/l), mangan (*Mn*) dalam air tidak menimbulkan gangguan kesehatan, melainkan bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang, berperan dalam pertumbuhan rambut dan kuku, serta membantu menghasilkan enzim untuk metabolisme tubuh untuk mengubah karbohidrat dan protein membentuk energy yang akan digunakan. (Anonymous, 2010). Air yang mengandung mangan (*Mn*) berlebih menimbulkan rasa, warna (coklat/ungu/hitam), dan kekeruhan (Fauziah, 2010). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan 492 Tahun 2010 Kadar Mangan maksimum yang diperbolehkan bagi standard air minum adalah 0,4 mg/l.

2.1.1 Bangunan Pengolahan

Proses pengolahan air minum harus melalui beberapa tahapan. Adapun Proses pengolahan air minum dibedakan atas :

- **Bangunan Penangkap Air (Intake)**

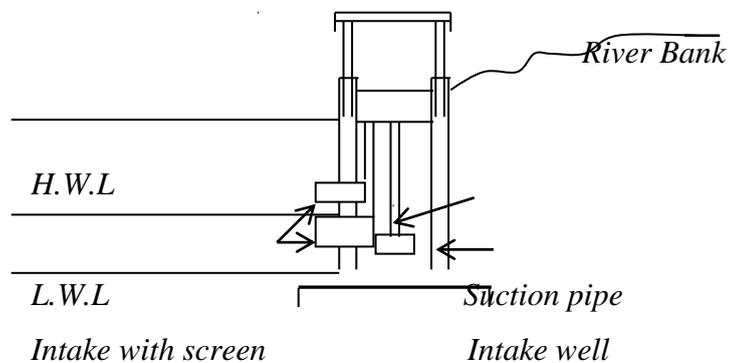
Bangunan ini berfungsi sebagai penyadap air baku yang dilengkapi dengan Screen guna melindungi perpipaan dan pompa dari kerusakan yang diakibatkan oleh adanya material melayang atau mengapung. Adapun jenis intake, yaitu :

1. River intake
2. Direct intake
3. Canal intake
4. Dam intake (reservoir intake)
5. Spring intake

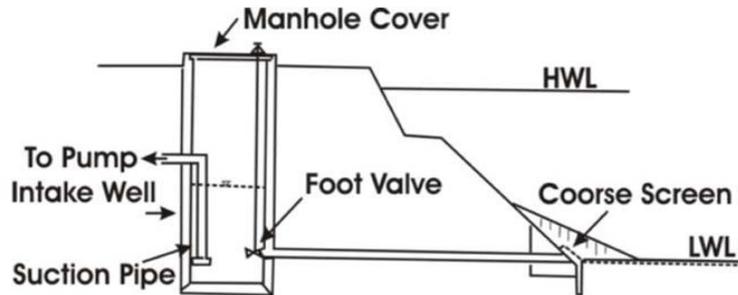
1. River Intake

Kelengkapan dan cara kerja River Intake :

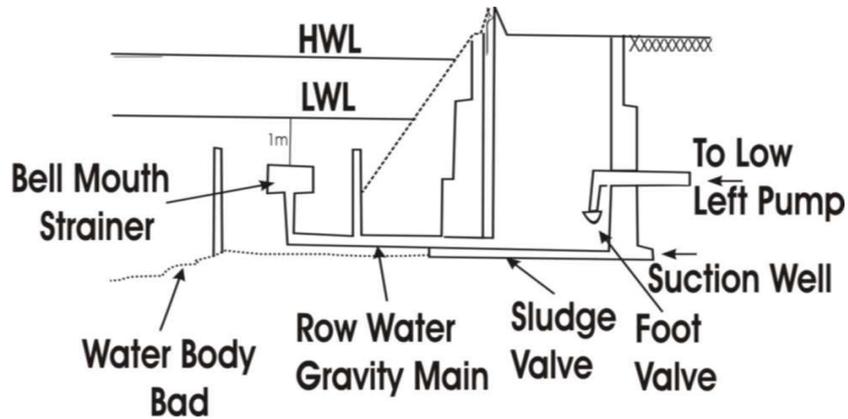
- 1) Screen : menyisihkan benda – benda besar seperti ranting, daun dan sebagainya.
- 2) Sumur pengumpul : untuk menampung air dari badan air melalui pipa inlet sesuai dengan debit yang dibutuhkan.
- 3) Strainer : menyaring benda – benda kecil misalnya : kerikil, biji –bijian.
- 4) Suction Pipe : mengambil air dari sumur pengumpul setelah melalui strainer kemudian diolah.



Gambar 2.1 River Intake I



Gambar 2.2 River Intake II



Gambar 2.3 River Intake III

(Sumber: Bangunan Pengolahan Air Minum. M Razif jilid II, hal 23 -24)

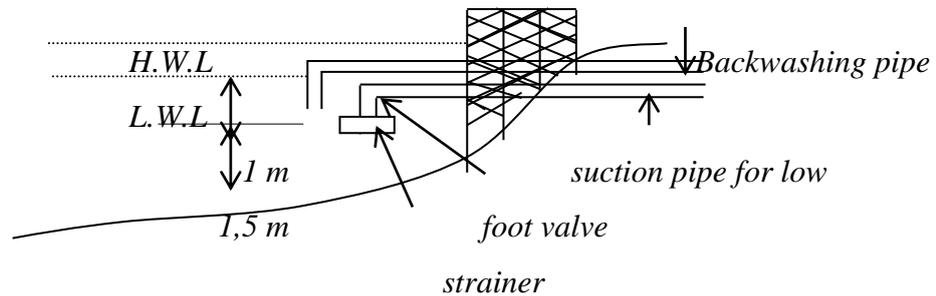
2. Direct Intake

Biasanya digunakan untuk sumber air dari danau atau sungai yang dalam dimana kemungkinan terjadinya erosi pada dinding dan pengendapan pada bagian dasar.

Kelengkapan dan cara kerja :

- 1) Strainer : menyisahkan benda – benda kecil, misalnya kerikil, biji – bijian dan sebagainya.

2) Pipa hisap : berguna untuk mengambil air setelah melalui strainer.



Gambar 2.5 Direct Intake

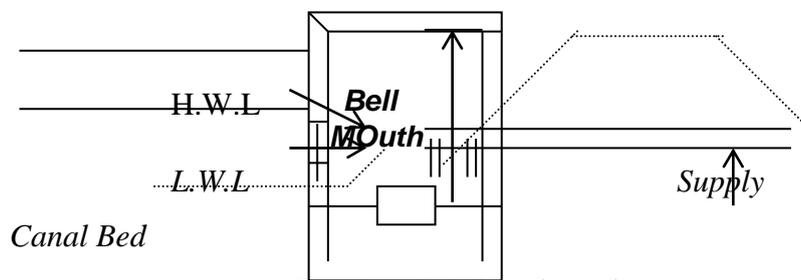
(Sumber: *Bangunan Pengolahan Air Minum. M Razif jilid II, hal 24*)

3. Canal Intake

Digunakan untuk air yang berasal dari Canal. Dinding Chamber sebaiknya terbuka ke arah Canal dan dilengkapi dengan saringan kasar. Dari chamber air dialirkan dengan pipa yang ujungnya terdiri dari Bell Mouth yang terbentuk setengah bola yang perforated (berlubang – lubang).

Kelengkapan dan cara kerja Canal Intake :

- 1) Screen : menyisihkan benda – benda , misalnya ranting, daun, batu, dan sebagainya.
- 2) Bell Mouth Strainer : menyisihkan benda-benda kecil, misalnya kerikil, biji – bijian dan sebagainya.
- 3) Pipa Supply : mengambil air dari bak pengumpul setelah Bell Mouth Strainer.



Gambar 2.6 Canal Intake

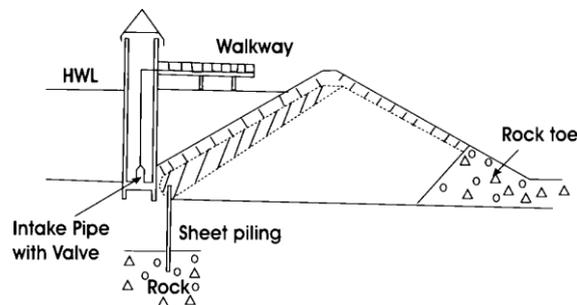
(Sumber: *Bangunan Pengolahan Air Minum. M Razif jilid II, hal 24*)

4. Reservoir (Dam Intake)

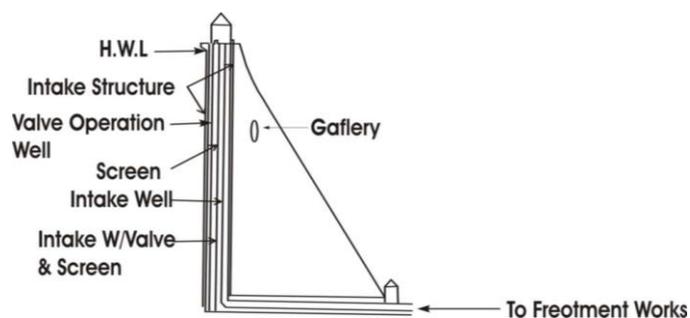
Digunakan untuk air yang diambil dari dam, baik yang alamiah maupun dari dam. Menara intake dibuat terpisah dengan dam pada bagian up stream. Beberapa inlet pada beberapa muka air dibuat di menara untuk dapat mengambil air yang berfluktuasi muka airnya. Jika air di reservoir dapat mengalir secara gravitasi, maka tidak diperlukan pemompaan dari menara.

Kelengkapan dan cara kerja Reservoir Intake sebagai berikut :

- 1) Pipa Inlet dengan Screen : pipa yang mengambil air dari badan air dengan dilapisi penyaring untuk menyisahkan benda besar, misalnya : ranting, batu, daun dan sebagainya.
- 2) Sumur Pengumpul : tempat air yang diambil dari badan air melalui pipa inlet.
- 3) Pipa Hisap : pipa yang berfungsi untuk mengambil air dari sumur pengumpul menuju ke pengolahan



Gambar 2.7 Dam with Intake Tower I



Gambar 2.8 Dam with Intake Tower II

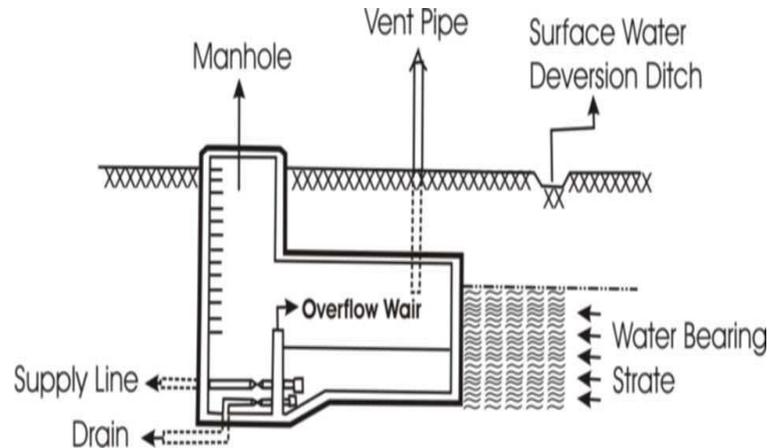
(Sumber: *Bangunan Pengolahan Air Minum. M Razif jilid II, hal 25*)

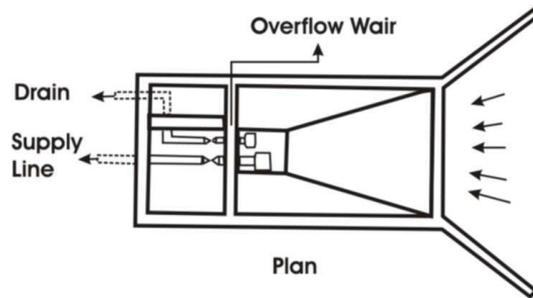
5. Spring Intake

Digunakan untuk air yang diambil dari mata air dalam pengumpul air dari mata air, haruslah dijaga supaya kondisi tanah tidak terganggu. Air permukaan dekat mata air sebaiknya tidak meresap ke dalam tanah, dan bercampur dengan air dari mata air. Untuk itu perlu dibuat saluran untuk mengalirkan air permukaan ini secepat mungkin. Dinding pemotong hendaknya dibuat cukup dalam dan lapisan yang mengandung air. Jika air membawa banyak pasir.

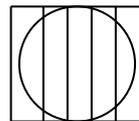
Cara kerja Spring Intake :

- 1) Saluran Air : masuknya air dari mata air ke dalam bak pengumpul.
- 2) Bak Pengumpul : tempat berkumpulnya air sebelum diolah
- 3) Presettling : mengendapkan benda – benda kecil, misalnya : pasir yang terbawa melalui saluran irigasi.
- 4) Pipa Supply dengan Strainer : dialirkan air dari bak pengumpul melalui pipa dengan menyalurkan benda – benda kecil seperti pasir





Gambar 2.9 Spring Intake



Gambar 2.10 Screen Tampak depan

(Sumber: *Bangunan Pengolahan Air Minum. M Razif jilid II, hal 26*)

- **Unit Pengolahan (Water Treatment)**

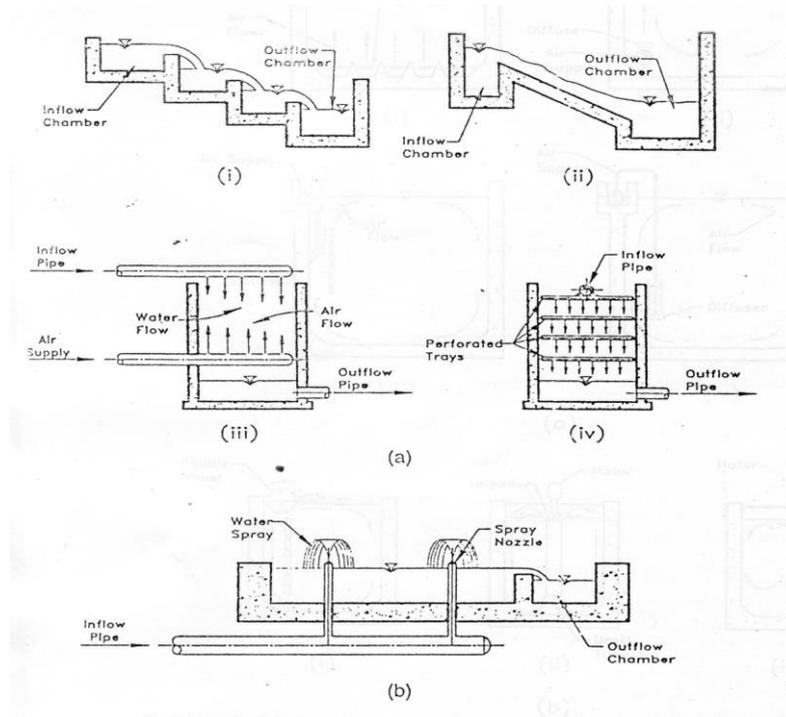
Pada unit ini, air dari unit penampungan awal diproses melalui beberapa tahapan:

b. Tahap Aerasi

Aerasi merupakan salah satu proses dari transfer gas yang lebih dikhususkan padatransfer oksigen dari fase gas ke fase cair. Fungsi utama aerasi dalam pengolahan air adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air, serta membantu pengadukan air. Aerasi dipergunakan pula untuk menghilangkan kandungan gas – gas terlarut,

oksidasi kandungan besi dan mangan dalam air, mereduksi kandungan ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi dan untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut agar air terasa lebih segar. Berdasarkan bentuk dan peralatan aerator dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu :

1. Aerasi secara gravitasi, yaitu dengan membentuk terjunan air.
2. Aerasi secara difusi, yaitu dengan membentuk hamburan air atau memberikan gelembung - gelembung udara dalam air
3. Aerasi secara mekanik, yaitu dengan menggunakan motor penggerak.
4. Cascade aerator yaitu dengan membentuk terjunan tetapi melewati beberapa anak tangga.



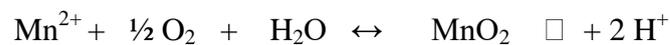
Gbr 2.11 Jenis aerator

(i : cascade aerator, ii : aerasi secara gravitasi, iii : aerasi secara difusi)

Proses aerasi dapat menghilangkan beberapa parameter, yaitu:

- a. Temperatur : memberikan rasa sejuk pada air .
- b. Bau dan rasa : bakteri mikroorganisme yang tidak memerlukan oksigen disebut bakteri anaerobic dan untuk memecah bahan buangan organik memerlukan oksigen dan menjadi bakteri aerobik.
- c. Besi dan Mangan : Fe dan Mn dapat dihilangkan dari dalam air dengan melakukan oksidasi menjadi Fe(OH)_3 dan MnO_2 yang tidak larut dalam air.

Oksigen terlarut mengubah Fe dan M Oksigen terlarut mengubah Fe dan Mn ion menjadi komponen yang tidak larut dengan reaksi :



- d. BOD : banyaknya oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme pada waktu melakukan proses dekomposisi bahan organik yang ada di perairan.

Oksigen yang ada diudara, melalui proses aerasi akan bereaksi dengan senyawa ferus dan maganous terlarut merubah mereka menjadi ferric (Fe) dan manganic ocide hydrates yang tidak bisa larut. Setelah itu dilanjutkan dengan pengendapan (sendimentasi) atau penyaringan (Filtrasi). Perlu di catat bahwa oksidasi terhadap senyawa besi mangan didalam air tidak selalu terjadi dalam waktu yang cepat.

Apabila air mengandung zat organik, pembentukan endapan besi dan mangan melalui proses aerasi terlihat sangat tidak efektif.

Untuk pengolahan air minum, kebanyakan dilakukan dengan menyebarkan air agar kontak dengan udara diatas lempangan tipis atau melalui tetesan air kecil (*waterfall aerators*) aerator air terjun. Atau dengan mencapuri air dengan gelembung-gelembung udara (*bubble aerator*). Dengan kedua cara tersebut jumlah oksigen pada air bisa dinaikkan sampai 60 – 80% (dari jumlah oksigen yang tertinggi, yaitu air yang mengandung oksigen sampai jenuh). Pada aerator terjun (*waterfall aerator*) besar bisa menghilangkan gas-gas yang terdapat dalam air.

C. Tahap Penyaringan (*Filtration*)

Pada tahap ini air disaring melewati media penyaring yang disusun dari bahan-bahan biasanya berupa pasir dan kerikil silica. Proses ini ditujukan untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tak terlarut. slow sand filter

Secara umum setelah melalui proses penyaringan ini air langsung masuk ke unit Penampungan Akhir.

Tabel 2. 1 Perbedaan Rapid Sand Filter dan Slow Sand Filter

Kriteria	Rapid Sand Filter	Slow Sand Filter
Kec. Filtrasi	4 – 12 m/jam	0,1 – 0,4 m/jam
Ukuran bad	40 – 400 m ²	2.000 m ²
Kedalaman Bed	30 – 45 cm kerikil, 60 – 70 cm pasir, tidak berkurang saat pencucian	30 cm kerikil, 90 – 110 cm pasir, berkurang 50 – 80 cm saat pencucian
Ukuran pasir	Effective size >0,55 mm, uniformity coefficient <1,5	Effective size >0,25 – 0,3 mm, uniformity coefficient <2 – 3
Distribusi ukuran media	Terstratifikasi	Tidak terstratifikasi
Sistem underdrain	Pipa lateral berlubang yang mengalir ke pipa manifold	Pipa lateral berlubang yang mengalir ke pipa manifold atau batu kasar dan beton berlubang sebagai saluran
Kehilangan Energi	30 cm saat awal, hingga 275 cm saat akhir	6 cm saat awal, hingga 120 cm saat akhir
Filter run	12 -72 jam	20 – 60 hari
Metoda	Mengangkat kotoran	Mengambil lapisan pasir di

Kriteria	Rapid Sand Filter	Slow Sand Filter
pembersihan	dan pasir ke atas dengan backwash	permukaan dan mencucinya
Air untuk pembersihan	1 – 6% dari air tersaring	0,2 – 0,6% dari air tersaring
Pengolahan pendahulu	Koagulasi-flokulasi- sedimentasi	Kekeruhan kurang dari 50 NTU

Sumber: (Schulz, C. R.
dan Okun, 1984)

D. Proses Pertukaran Ion (Ion Exchange)

Proses pertukaran ion bertujuan untuk menghilangkan zat pencemar anorganik yang tidak dapat dihilangkan oleh proses filtrasi atau sedimentasi. Proses pertukaran ion juga digunakan untuk menghilangkan arsenik, kromium, kelebihan fluorida, nitrat, radium, dan uranium.

– Proses Penyerapan (*Absorption*)

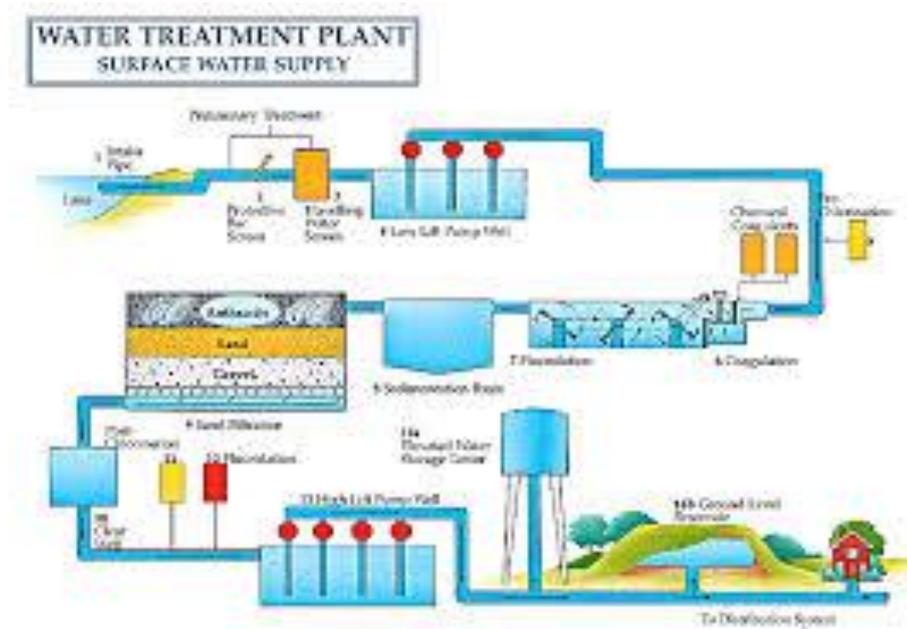
Proses ini bertujuan untuk menyerap / menghilangkan zat pencemar organik, senyawa penyebab rasa, bau dan warna. Biasanya dengan membubuhkan bubuk karbon aktif ke dalam air tersebut.

E. Proses Disinfeksi (Disinfection)

Sebelum masuk ke unit Penampungan Akhir, air melalui Proses Disinfeksi dahulu. Yaitu proses pembubuhan bahan kimia *Chlorine* yang bertujuan untuk membunuh bakteri atau mikroorganisme berbahaya yang terkandung di dalam air tersebut.

Unit Penampung Akhir (*Reservoir*)

Setelah masuk ke tahap ini berarti air sudah siap untuk didistribusikan ke masyarakat.



Gambar 2.12 Gambar Reservoir