

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perancangan Instalasi Penjernihan Air (IPA)**

Dalam perencanaan dan perancangan instalasi penjernihan air (IPA) harus memenuhi persyaratan-persyaratan yang berlaku guna mendapatkan suatu instalasi yang aman dan berguna. Instalasi penjernihan air yang baik akan menghasilkan air baku, air jernih, air bersih dan air minum. Menurut SNI 19-6777-2002 pengertian dari air-air tersebut adalah seperti yang tercantum di bawah ini.

1. Air baku adalah air yang memenuhi ketentuan yang berlaku untuk baku mutu air baku yang dapat diolah menjadi air minum.
2. Air jernih adalah air yang telah bersih dari kotoran lumpur setidaknya akan mengurangi bahaya kesehatan bagi manusia apabila akan dikonsumsi maupun untuk keperluan lainnya.
3. Air bersih adalah air yang memenuhi kebutuhan baku mutu air bersih yang berlaku.
4. Air minum adalah air yang memenuhi ketentuan baku mutu air minum yang berlaku.

Elemen utama dari instalasi penjernihan air (IPA) ini adalah pada proses penyaringan yaitu dengan menggunakan saringan pasir cepat. Proses penyaringan ini dirancang sesuai dengan SNI 19-6773-2002, sebagai berikut

Proses penyaringan, pada proses ini sisa floc yang belum sempat mengendap karena terbawa aliran akan masuk ke saringan pasir cepat. Pada susunan saringan cepat ini, pasir berfungsi sebagai penyaring, sehingga merupakan lapisan yang paling tebal. Lapisan butir-butir kerikil halus dan kasar yang ada di bawahnya hanya berfungsi sebagai pendukung lapisan pasir. Saringan pasir cepat harus memenuhi syarat adalah sebagai berikut:

- $V$  menyaring  $\leq 4$  m/jam
- $T$  menetap = 15 menit

Saringan pasir cepat biasa ini merupakan saringan pasir yang memerlukan bahan penyusun dalam jumlah yang besar. Saringan jenis ini biasanya dilengkapi dengan pipa-pipa dan kran yang digunakan untuk mengatur jalannya aliran air, baik untuk air masuk (bagian atas) maupun untuk air keluar di bagian bawah. Saringan pasir cepat biasa juga digunakan untuk menyaring air keruh menjadi air jernih setelah mengalami koagulasi. Pada instalasi penjernihan air, saringan pasir biasanya terletak sebelum masuk ke bak penampungan jernih.

Setelah mengalami proses penjernihan air, pendistribusian air ke penduduk akan dilakukan dengan menggunakan melalui proses pemipaan dengan pompa, yang didesain sebagai pipa bertekanan. Hal ini dimaksudkan, agar kehilangan selama pendistribusian kecil dan air didistribusi ke pemakai tidak secara terus menerus (tidak kontinyu) tetapi sesuai dengan keinginan pemakai, dengan demikian diharapkan penduduk dapat menghemat pemakaian air mengingat sangat terbatasnya sumber air yang tersedia.

### 2.1.1 Sumber air

Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan untuk penyediaan air bersih:

#### 1. Air hujan

Air hujan bersifat lunak karena tidak mengandung garam dan zat-zat mineral, lebih bersih, namun dapat bersifat korosif karena mengandung zat-zat yang terdapat di udara seperti  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  agresif, ataupun  $\text{SO}_2$ . Dari segi kuantitas, air hujan tergantung besar kecilnya hujan, sehingga tidak mencukupi jika digunakan untuk persediaan umum karena jumlahnya berfluktuasi. Air hujan juga tidak secara kontinu dapat diperoleh karena sangat tergantung pada musim.

#### 2. Air permukaan

Air permukaan yang biasa digunakan sebagai sumber air baku adalah air waduk, sungai, dan danau. Pada umumnya, air permukaan telah terkontaminasi zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan, sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat. Kuantitas dan kontinuitas air permukaan sebagai sumber air baku cukup stabil.

#### 3. Air tanah

Air tanah mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan-lapisan tanah, serta bebas dari polutan. Namun tidak menutup kemungkinan bahwa lebih dari batas aman zat-zat yang mengganggu kesehatan, seperti Fe, Mn, kesadahan, dan sebagainya.

Berdasarkan kedalamannya, air tanah dibedakan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal kualitasnya lebih rendah daripada air tanah

dalam. Secara kuantitas, air tanah dapat mencukupi kebutuhan air bersih. Tetapi dari segi kontinuitas, pengambilan air tanah harus dibatasi, karena pengambilan yang terus menerus dapat menyebabkan penurunan muka air tanah dan intrusi air laut

#### 4. Mata air

Mata air adalah sumber air yang muncul dari permukaan tanah dimana air mengalir keluar dengan sendirinya dari dalam tanah secara terus menerus karena air dalam tanah. Dari segi kualitas, mata air sangat baik karena belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemar. Pencemaran biasanya terjadi di lokasi mata air itu muncul. Dari segi kuantitas dan kontinuitas, mata air kurang bisa diandalkan sebagai sumber air baku. Sesuai dengan kondisi mata air ini muncul di permukaan tanah, maka akan mudah terkena pencemaran yang berasal dari luak sehingga perlu dibangun perlindungan mata air (PMA) yang disebut Kaptering.

#### 2.1.2 Saringan pasir

Ada beberapa jenis penyaringan pasir, antara lain:

##### 1. Saringan pasir lambat

Huisman dan Wood (1974) mengatakan bahwa tidak ada proses tunggal yang dapat mempengaruhi atau membersihkan air dan meningkatkan mutu air terhadap sifat fisik, kimia, dan mikroba. Saringan pasir lambat (*slow sand filters*) memiliki efisiensi yang tinggi didalam cara menghilangkan kekeruhan air, rasa, dan bau dan itu tidak memerlukan bahan kimia.

Penyaringan lambat tersebut juga sering disebut *English filters*, yang menggunakan pasir penyaring dengan ketebalan 45-90 cm, dengan kecepatan penyaringan sangat lambat yaitu sekitar 100-250 liter/m<sup>2</sup>/jam. (Winarno, 1986)

## 2. Saringan pasir cepat

Saringan pasir cepat (*rapid sand gravity filter*) juga disebut filter mekanis. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan dua aksesoris yang penting yaitu: yang disebut *loss of head gauge* dan pengendali laju aliran air yang tersaring. (Winarno, 1986).

*Loss of head gauge* dapat memperlihatkan suatu tanda bahwa alirannya menjadi tertahan sedemikian rupa sehingga pasir penyaringnya harus dicuci dengan cara *back washed system*, yaitu air dialirkan berlawanan dengan aliran air selama proses penyaringan.

## 3. Saringan pasir dengan tekanan

Suatu saringan pasir dengan tekanan (*pressure sand filter*) prinsipnya serupa dengan pasir penyaring secara cepat. Bedanya pada sistem ini bahan-bahan penyaring ditempatkan di dalam suatu wadah atau tangki tertutup yang terbuat dari baja, dalam bentuk vertikal atau horisontal. Air yang akan disaring dilewatkan melalui bahan penyaring dengan tekanan 65-100 psi.

Alat saringan pasir dengan tekanan tersebut banyak digunakan untuk keperluan kolam renang atau pabrik di berbagai industri. Sistem ini menguntungkan untuk kolam renang karena hanya dengan menggunakan satu pompa dapat mengambil air dari sumber atau keluar dari kolam renang dan menekan air ke dalam filter atau mengembalikannya ke dalam kolam renang.

#### 4. Saringan *Cochrane*

Prinsip kerja penyaringan ini ialah untuk memproduksi air sebersih mungkin sehingga tidak ada bahan-bahan lain yang dapat mengganggu mutu air. Sistem yang digunakan hampir sama dengan penyaring pasir dengan tekanan, hanya pada sistem penyaring *Cochrane* digunakan tangki yang berbentuk kerucut. (Winarno, 1986)

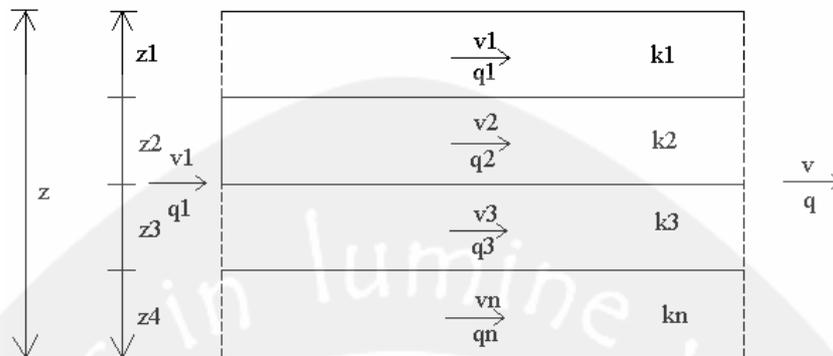
Sistem penyaring *Cochrane* banyak digunakan oleh industri-industri pangan dan industri lain yang kebutuhan airnya tidak dapat dicukupi oleh PAM. Sistem tersebut dapat digunakan sebagai tahap akhir sesudah pengendapan dan penggumpalan.

##### 2.1.3 Rembesan melalui beberapa tanah

Adanya tekanan air di atas pasir dan air di dalam pasir sangat mempengaruhi kecepatan air yang melalui saringan, kecepatan ini dipengaruhi oleh gaya rembesan air di dalam tanah. Adanya beberapa lapisan tanah dalam saringan pasir, maka masing-masing lapisan dianggap homogen dan isotropis dan mempunyai nilai koefisien permeabilitas sendiri.

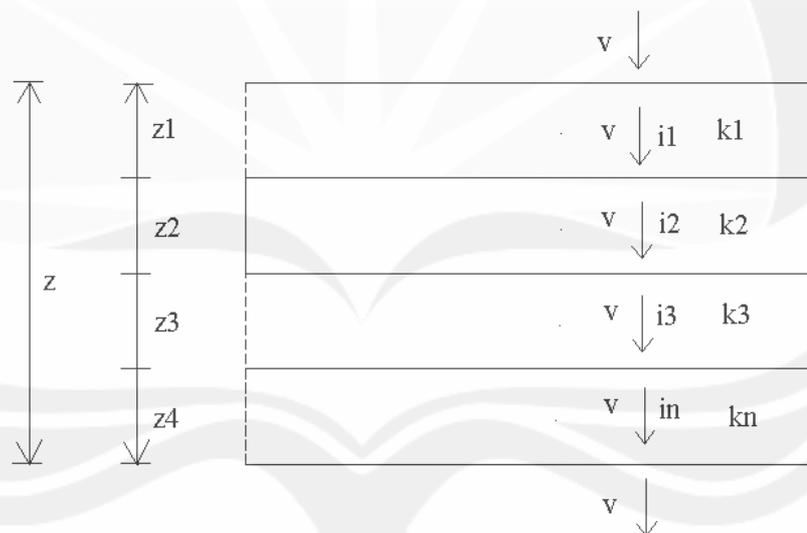
Koefisien permeabilitas rata-rata seluruh endapan tergantung arah aliran yang berhubungan dengan arah bidang dasar:

1. Rembesan ke arah mendatar (horisontal)



Gambar.2.1 Pengaliran Melalui Bidang Mendatar (Horisontal)

2. Rembesan ke arah tegak (vertikal)



Gambar.2.2 Pengaliran Melalui Bidang Tegak (Vertikal)

**2.2 Distribusi Air Bersih**

Diameter pipa yang akan digunakan pada sistem distribusi ini yaitu pipa dengan diameter 1 in.

### 2.2.1 Aliran dalam pipa

Aliran yang ada di dalam pipa dapat dibedakan menjadi dua tipe aliran yaitu aliran laminar dan aliran turbulen. (Triatmodjo) pengertian aliran itu dapat dijelaskan di bawah ini

1. Aliran laminar, adalah aliran yang partikel-partikel zat cairnya bergerak terus mengikuti lintasan yang saling sejajar. Aliran ini terjadi apabila kecepatan kecil dan/atau kekentalan besar.
2. Aliran turbulen, adalah aliran yang gerak partikel-partikelnya zat cair tidak teratur. Aliran ini terjadi apabila kecepatan besar dan kekentalan zat cair kecil

### 2.2.2 Pompa penyediaan air

Pompa yang menyedot air dari tangki bawah tanah dan mengalirkannya ke tangki atas atau tangki atap seringkali dinamakan pompa angkat (mengangkat air dari bawah ke atas). Sedang pompa yang mengalirkan air ke tangki tekan sering dinamakan pompa tekan.

Pompa penyediaan air dapat diputar oleh motor listrik, motor bakar, turbin uap dan sebagainya. Pompa yang motor listrik penggerakannya ikut ditenagai dalam aliran air dinamakan pompa *submersible*.

Pengelompokan jenis pompa pada garis besarnya ada tiga, yaitu jenis putar, jenis langkah positif dan jenis khusus. Jenis putarada yang sentrifugal, aliran campuran (*mixed flow*), aksial dan regeneratif. Masuk jenis langkah positif adalah pompa torak/plunyer, pompa sudu (*vane pump*), pompa eksentrik. Jenis

pompa khusus adalah pompa vorteks, gelembung uap dan pompa jet. Jenis pompa air yang banyak digunakan adalah:

1. Jenis putar

Kelebihan jenis ini terutama:

- a. Ukurannya kecil dan ringan
- b. Dapat memompa terus-menerus tanpa gejolak
- c. Konstruksi sederhana dan mudah dioperasikan

Jenis ini demikian populer sehingga orang lebih sering menganggap pompa air selalu jenis turbo. Jenis ini paling banyak adalah tipe pompa sentrifugal.

a. Pompa sentrifugal

Komponen utama dari pompa sentrifugal adalah impeller (bagian yang berputar) dan rumah pompa (stationer). Selepas dari impeller air akan masuk ke dalam rumah pompa yang menyerupai bentuk rumah keong dan disalurkan ke pipa keluar.

b. Pompa impeller

Pompa dengan impeller tunggal disebut pompa tingkat tunggal (*single stage*). Apabila beberapa impeller dipasang pada satu poros dan air dialirkan dari impeller pertama ke impeller kedua dan seterusnya secara berurutan disebut dengan pompa tingkat banyak (*multistage*). Jumlah impeller dalam pompa tingkat banyak dapat mencapai sepuluh buah.

## 2. Pompa jenis langkah positif (*positive displacement*)

### a. Pompa torak

Gerakan bolak-balik di dalam silinder akan menimbulkan tekanan positif atau negatif pada satu sisinya kemudian akan membuka katub keluar atau katup masuk dan mengalirkan air keluar ke dalam pipa dan masuk dalam silinder. Jumlah air yang dialirkan sama dengan volume langkah dari torak tersebut. Pada waktu ini pompa torak sudah jarang digunakan sebagai pompa penyediaan air.

### b. Pompa tangan

Pada prinsipnya pompa ini sama dengan pompa torak hanya konstruksinya yang dibuat khusus agar mudah digerakkan dengan tangan. Kemampuan untuk mengangkat air terbatas oleh tenaga manusia.

### c. Pompa khusus

#### 1. Pompa *vortex*

Pompa *vortex* atau disebut juga pompa kaskade mempunyai impeller dengan lekukan-lekukan yang dipotong pada pinggirannya yang berputar dalam suatu rumah silindris. Ciri khas dari karakteristik pompa ini adalah mampu memberi tekanan yang tinggi pada laju aliran yang tidak besar. Banyak digunakan untuk gedung kecil dan perumahan.

#### 2. Pompa gelembung udara

Pompa ini disebut juga *air lift pump*. Air dalam suatu pipa terangkat oleh gelembung-gelembung air sebagai akibat adanya perbedaan berat jenis air dan udara. Udara pompa dimasukkan ke dalam pipa tersebut dari bawah dan ujung pipa harus terbenam di bawah muka air.

### 3. Pompa jet

Pompa ini kadang-kadang disebut juga sebagai pompa injeksi walaupun istilah ini tidak tepat, sebenarnya pompa ini merupakan suatu sistem yang terdiri dari sebuah pompa sentrifugal dan suatu jet-ejektor, digunakan untuk memompa sumur yang muka airnya lebih dari sepuluh meter di bawah muka tanah.

Pompa sentrifugal yang dipasang di atas tanah memompa air dengan tekanan yang besar (laju aliran kecil) melalui pipa ke suatu nosel. Nosel ini dipasang menghadap ke atas dalam suatu pipa yang lebih besar dan terpasang di bawah muka air sumur. Akibat pancaran air dari nosel maka air sumur dalam pipa besar tersebut akan ikut tersedot dan terdorong ke atas.

### 4. Pompa bilah

Pompa jenis ini digerakkan dengan tangan dan sering dipakai untuk perumahan. Impeller dalam suatu rumah silindris berputar kira-kira  $90^{\circ}$ . Pompa jenis ini mampu mengangkat air sampai setinggi 60 meter. Kelemahannya terletak pada impellernya yang makin lama semakin aus sehingga effisiensinya menurun dan kemampuannya mengangkat air berkurang.