

# Bab 2

## Sistem Penyediaan Air Bersih

### 2.1. PENDAHULUAN

#### 2.1.1. Umum

Air merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Manusia, binatang, dan tumbuhan memerlukan air untuk kehidupannya. Air dapat pula digunakan sebagai pelarut, pembersih dan keperluan lain seperti rumah-tangga, industri maupun usaha-usaha lainnya. Untuk keperluan industri air berfungsi sebagai pendingin mesin, bahan baku maupun pembersih atau penggelontor limbah. Di samping itu air juga berfungsi untuk usaha-usaha pertanian, perikanan, olah raga, rekreasi, pemadam kebakaran dan lain sebagainya.

Dalam dunia kesehatan khususnya kesehatan lingkungan, perhatian air dikaitkan sebagai faktor perpindahan/penularan penyebab penyakit (agent). Air membawa penyebab penyakit dari kotoran (faeces) penderita, kemudian sampai ke tubuh orang lain melalui makanan, susu dan minuman. Air juga berperan untuk membawa penyebab penyakit non mikrobial seperti bahan-bahan toxic yang dikandungnya. Penyakit-penyakit infeksi yang biasanya ditularkan melalui air adalah typhus abdominalis, cholera, dysentri baciller dan lain-lain. Peracunan logam juga dapat terjadi melalui media air.

Saat ini masalah penyediaan air bersih menjadi perhatian khusus baik bagi negara-negara maju maupun negara yang sedang berkembang. Indonesia sebagai halnya pula negara berkembang lainnya, tidak luput dari permasalahan penyediaan air bersih bagi masyarakatnya. Salah satu masalah pokok yang dihadapi adalah kurang tersedianya sumber air yang bersih, belum meratanya pelayanan penyediaan air bersih terutama pada daerah perdesaan dan sumber air bersih yang ada belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Bahkan pada beberapa tempat di kota-kota besar, sumber air bersih yang telah dimanfaatkan oleh PDAM telah tercemari oleh limbah industri dan limbah domestik, sehingga beban dalam segi pengelolaan air bersihnya semakin meningkat.

Bertitik tolak dari hal tersebut, maka dalam rangka penyediaan kebutuhan air bersih yang memenuhi syarat kesehatan, Pemerintah RI mencanangkan program peningkatan penyediaan air bersih pada daerah perkotaan (urban) dan daerah perdesaan (rural urban) melalui pipanisasi dan pemanfaatan sumber air yang ada secara optimal.

Merupakan tantangan bagi kita semua bagaimana memperlakukan air agar diperoleh daya guna yang sebesar-besarnya dan menekan kerusakan pada sumber daya air sekecil-kecilnya. Dengan demikian maka akan tercapai pemenuhan penyediaan air bersih yang memenuhi syarat kualitas, kuantitas, kontinuitas dan harga yang terjangkau oleh masyarakat.

### **2.1.2. Pengertian Air Bersih Dan Air Minum**

#### **A. Air Bersih**

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Ketentuan Umum Permenkes No. 416/Menkes/PER/IX/1990).

Persyaratan tersebut juga memperhatikan pengamanan terhadap sistem distribusi air bersih dari instalasi air bersih sampai pada konsumen.

#### **B. Air Minum**

Pengertian air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan yang dapat diminum. Alasan kesehatan dan teknis yang mendasari penentuan standar kualitas air minum adalah efek-efek dari setiap parameter jika melebihi dosis yang telah ditetapkan. Pengertian dari standar kualitas air minum adalah batas operasional dari kriteria kualitas air dengan memasukkan pertimbangan non teknis, misalnya kondisi sosial-ekonomi, target atau tingkat kualitas produksi, tingkat kesehatan yang ada dan teknologi yang tersedia. Sedangkan kriteria kualitas air merupakan putusan ilmiah yang mengekspresikan hubungan dosis dan respon efek, yang diperkirakan terjadi kapan dan dimana saja unsur-unsur pengotor mencapai atau melebihi batas maksimum yang ditetapkan, dalam waktu tertentu. Dengan demikian, maka kriteria kualitas air merupakan referensi dari standar kualitas air. Berdasarkan Permenkes No.416/Menkes/Per/IX/1990, yang membedakan antara kualitas air bersih dan air minum adalah standar kualitas setiap parameter fisik, kimia, biologis dan radiologis maksimum yang diperbolehkan.

### **2.1.3. Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih**

Ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Persyaratan kualitatif
2. Persyaratan kuantitatif
3. Persyaratan kontinuitas

### *Persyaratan kualitatif*

Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, kimia, biologis dan radiologis. Syarat-syarat tersebut dapat dilihat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/Menkes/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air yang akan ditunjukkan pada lampiran.

#### *a. Syarat-syarat fisik*

Secara fisik air minum harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (tawar). Warna dipersyaratkan dalam air minum untuk masyarakat karena pertimbangan estetika. Ada 2 (dua) macam warna pada air yaitu *apparent color* dan *true color*. *Apparent color* ditimbulkan karena adanya benda-benda zat tersuspensi dari bahan organik. Hal ini lebih mudah diatasi dibanding dengan jenis *true color*. *True color* adalah warna yang ditimbulkan oleh zat-zat bukan zat organik.

Rasa seperti asin, manis, pahit dan asam dan sebagainya tidak boleh terdapat dalam air minum untuk masyarakat. Bau yang bisa terdapat dalam air adalah bau busuk, amis, dan sebagainya. Bau dan rasa biasanya terdapat bersama-sama dalam air.

Selain bau, warna dan rasa, syarat lain yang harus dipenuhi secara fisik adalah suhu. Suhu sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C, dan bila terjadi perbedaan maka batas yang diperbolehkan adalah 25°C ± 3°C.

#### *b. Syarat-syarat Kimia*

Air minum tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia tersebut antara lain :

– pH

pH merupakan faktor penting bagi air minum, karena mempengaruhi proses korosi pada perpipaan, khususnya pada pH < 6,5 dan > 9,5 akan mempercepat terjadinya reaksi korosi pada pipa distribusi air minum. Selain itu, nilai pH jumlah mikroorganisme patogen semakin banyak dan ini sangat membahayakan bagi kesehatan manusia.

– Zat padat total (total solid).

Total solid merupakan bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 103 - 105°C.

– Zat organik sebagai KMnO<sub>4</sub>.

Zat organik dalam air berasal dari :

1. Alam : tumbuh-tumbuhan, alkohol, selulosa, gula dan pati.
2. Sintesa : proses-proses industri.
3. Fermentasi : alkohol, asam, dan akibat kegiatan mikroorganisme.

Zat atau bahan organik yang berlebihan dalam air akan mengakibatkan timbulnya bau yang tidak sedap.

- CO<sub>2</sub> agresif.  
CO<sub>2</sub> yang terdapat dalam air berasal dari udara dan dari hasil dekomposisi zat organik. Menurut bentuknya CO<sub>2</sub> dapat dibedakan dalam :
  1. CO<sub>2</sub> bebas : banyaknya CO<sub>2</sub> yang larut dalam air.
  2. CO<sub>2</sub> kesetimbangan : CO<sub>2</sub> yang dalam air setimbang dengan HCO<sub>3</sub>.
  3. CO<sub>2</sub> agresif : yaitu CO<sub>2</sub> yang dapat merusak bangunan, perpipaan dalam distribusi air minum.
  
- Kesadahan total (total hardness).  
Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi, misalnya Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>+</sup>, dan Mn<sup>+</sup>. Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya ion-ion Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> secara bersama-sama. Air sadah menyebabkan pemborosan pemakaian sabun pencuci dan mempunyai titik didih yang lebih tinggi dibandingkan air biasa.
  
- Kalsium (Ca).  
Kalsium dalam air minum dalam batas-batas tertentu diperlukan untuk pertumbuhan tulang dan gigi. Nilai Ca lebih dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosi dalam pipa.
  
- Besi dan Mangan.  
Zat-zat lain yang selalu ada dalam air adalah besi dan mangan. Besi merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi. Hal ini disebabkan karena daya pengikat klor (DPC) selain digunakan untuk mengikat zat organik, juga digunakan untuk mengikat besi dan mangan, sehingga sisa klor menjadi lebih sedikit dan hal ini memerlukan desinfektan yang semakin besar pada proses pengolahan air. Selain itu besi dan mangan menyebabkan warna air menjadi keruh.
  
- Tembaga (Cu)  
Pada kadar yang lebih besar dari 1 mg/l akan menyebabkan rasa tidak enak pada lidah dan dapat menimbulkan kerusakan pada hati.
  
- Seng (Zn)  
Kelebihan kadar Zn > 5 mg/l dalam air minum menyebabkan rasa pahit
  
- Chlorida (Cl)  
Kadar chlor yang melebihi 250 mg/l akan menyebabkan rasa asin dan korosif pada logam.

– Nitrit

Kelemahan nitrit dapat menyebabkan methemoglobinemia terutama pada bayi yang mendapatkan konsumsi air minum yang mengandung nitrit.

– Fluorida (F)

Kadar F < 1 mg/l menyebabkan kerusakan gigi atau caries gigi. Sebaiknya bila terlalu banyak akan menyebabkan gigi berwarna kecoklatan.

– Logam-logam berat (Pb, As, Se, Cd, Cr, Hg, CN)

Adanya logam-logam berat dalam air akan menyebabkan gangguan pada jaringan syaraf, pencernaan, metabolisme oksigen, dan kanker.

c. *Syarat-syarat bakteriologis atau mikrobiologis.*

Air minum tidak boleh mengandung kuman-kuman patogen dan parasitik seperti kuman-kuman thypus, kolera, dysentri dan gastroenteritis. Karena apabila bakteri patogen dijumpai pada air minum maka akan mengganggu kesehatan atau timbul penyakit. Untuk mengetahui adanya bakteri patogen dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap ada tidaknya bakteri E. Coli yang merupakan bakteri indikator pencemar air.

d. *Syarat-syarat radiologis.*

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif, seperti sinar alfa, beta dan gamma.

d. *Persyaratan Kuantitatif.*

Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya, air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jumlah penduduk yang akan dilayani. Selain itu jumlah air yang dibutuhkan sangat tergantung pada tingkat kemajuan teknologi dan sosial ekonomi masyarakat setempat. Sebagai contoh, negara-negara yang telah maju memerlukan air bersih yang lebih banyak dibandingkan dengan masyarakat di negara-negara sedang berkembang.

*Persyaratan Kontinuitas.*

Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia yaitu air baku yang ada di alam. Arti kontinuitas disini adalah bahwa air baku untuk air bersih tersebut dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan.

## 2.2. SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH

### 2.2.2.1 Sumber/Asal Air Baku Utama

Dalam memilih sumber air baku air bersih, maka harus diperhatikan persyaratannya yang meliputi kualitas, kuantitas, kontinuitas dan biaya yang murah dalam proses pengambilan sampai pada proses pengolahannya.

Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan untuk penyediaan air bersih dikelompokkan sebagai berikut :

#### a. Air Hujan.

Air hujan disebut juga dengan air angkasa. Beberapa sifat kualitas dari air hujan adalah sebagai berikut :

- Bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat-zat mineral.
- Air hujan pada umumnya bersifat lebih bersih.
- Dapat bersifat korosif karena mengandung zat-zat yang terdapat di udara seperti  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  agresif, ataupun  $\text{SO}_2$ . Adanya konsentrasi  $\text{SO}_2$  yang tinggi di udara yang bercampur dengan air hujan akan menyebabkan terjadinya hujan asam (acid rain).

Dari segi kuantitas, air hujan tergantung pada besar kecilnya curah hujan. Sehingga air hujan tidak mencukupi untuk persediaan umum karena jumlahnya berfluktuasi. Begitu pula bila dilihat dari segi kontinuitasnya, air hujan tidak dapat diambil secara terus menerus, karena tergantung pada musim. Pada musim kemarau kemungkinan air akan menurun karena tidak ada penambahan air hujan.

#### b. Air Permukaan

Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air bersih adalah :

1. Air waduk (berasal dari air hujan)
2. Air sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
3. Air danau (berasal dari air hujan, air sungai atau mata air)

Pada umumnya air permukaan telah terkontaminasi dengan berbagai zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan, sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat. Kontaminan atau zat pencemar ini berasal dari buangan domestik, buangan industri dan limbah pertanian. Zat-zat pencemar tersebut antara lain Total Suspended Solid (TSS), yang berpengaruh pada kekeruhan, zat-zat organik sebagai  $\text{KMnO}_4$ , logam berat dari air limbah industri misalnya industri baterai yang menghasilkan Pb (timbal).

Kontinuitas dan kuantitas dari air permukaan dapat dianggap tidak menimbulkan masalah yang besar untuk penyediaan air bersih yang memakai bahan baku air permukaan

**c. Air tanah**

Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan-lapisan tanah. Secara praktis air tanah adalah bebas dari polutan karena berada di bawah permukaan tanah. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat yang mengganggu kesehatan seperti kandungan Fe, Mn, kesadahan yang terbawa oleh aliran permukaan tanah. Bila ditinjau dari kedalaman air tanah maka air tanah dibedakan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal mempunyai kualitas lebih rendah dibanding kualitas air tanah dalam. Hal ini disebabkan air tanah dangkal lebih mudah mendapat kontaminasi dari luar dan fungsi tanah sebagai penyaring lebih sedikit.

Dari segi kuantitas, apabila air tanah dipakai sebagai sumber air baku air bersih adalah relatif cukup. Tetapi bila dilihat dari segi kontinuitasnya maka pengambilan air tanah harus dibatasi, karena dikhawatirkan dengan pengambilan yang secara terus menerus akan menyebabkan penurunan muka air tanah. Karena air di alam merupakan rantai yang panjang menurut siklus hidrologi, maka bila terjadi penurunan muka air tanah kemungkinan kekosongannya akan diisi oleh air laut. Peristiwa ini biasa disebut intrusi air laut. Kondisi ini telah banyak dijumpai khususnya di daerah-daerah dekat pantai atau laut seperti Jakarta dan Surabaya.

**d. Mata Air**

Dari segi kualitas, mata air adalah sangat baik bila dipakai sebagai air baku, karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah akibat tekanan, sehingga belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemar. Biasanya lokasi mata air merupakan daerah terbuka, sehingga mudah terkontaminasi oleh lingkungan sekitar. Contohnya banyak ditemui bakteri E. -Coli pada air mata air.

Dilihat dari segi kuantitasnya, jumlah dan kapasitas mata air sangat terbatas sehingga hanya mampu memenuhi kebutuhan sejumlah penduduk tertentu. Begitu pula bila mata air tersebut terus-menerus kita ambil semakin lama akan habis dan terpaksa penduduk mencari sumber mata air yang baru.

Secara singkat dapat disimpulkan dalam tabel 2.1. dibawah ini :

| Sumber                     | Kualitas                                      | Kuantitas                            | Kontinuitas  | Harga         |
|----------------------------|---|--------------------------------------|--|---------------|
| Air hujan                  | sedikit terpolusi oleh polutan pencemar udara | Tidak memenuhi Untuk persediaan umum | Tidak dapat terus menerus diambil                  | Murah         |
| Air permukaan              | Tidak baik karena tercemar                    | Mencukupi                            | Dapat diambil terus menerus                        | Relatif mahal |
| Air Tanah Dangkal (< 10 m) | Terpolusi                                     | Relatif cukup                        | Pengambilan dibatasi, berakibat instruksi air laut | Relatif murah |
| Air tanah dalam (> 60 m)   | Relatif baik                                  |                                      |  | Relatif mahal |
| Mata Air                   | Relatif baik                                  | Sedikit                              | Tidak dapat diambil secara terus menerus           | Murah         |

### 2.2.2. Sistem Individual dan Komunal

Untuk menentukan sistem penyediaan air bersih pada masyarakat, maka perlu dilakukan klasifikasi sistem pelayanan air bersih yang meliputi sistem individual dan sistem komunal. Sistem individual dan sistem komunal dalam penyediaan air bersih masih dapat dijumpai pada masyarakat pedesaan (rural urban) maupun masyarakat perkotaan (urban).

Sistem individual dititikberatkan pada pengusahaan pemenuhan kebutuhan air bersih secara individu atau perorangan sedangkan sistem komunal, pemenuhannya dilakukan secara terorganisasi melalui sistem pipanisasi.

Beberapa sarana penyediaan air bersih secara individual adalah sebagai berikut :

#### 1. Sumur

##### a. Sumur gali (Dug well)

Sumur ini dibuat dengan penggalian tanah sampai kedalaman tertentu maksimum 20 meter, umumnya tidak terlalu dalam sehingga hanya mencapai air tanah di lapisan atas. Oleh karena itu air yang diperoleh sering berkurang airnya pada musim kemarau, sehingga secara kuantitatif sulit untuk menjamin kontinuitasnya.

##### b. Sumur Pompa Tangan Dalam (Drilled Well)

Adalah sumur yang dibuat dengan kedalaman pipa 30 meter, kedalaman muka air lebih dari 7 meter dan dapat dipergunakan untuk melayani kebutuhan beberapa

keluarga. Kontaminasi air sumur dapat berasal dari sumber pencemaran di sekitarnya dan dari permukaan tanah dimana batang pompa ditanam.

c. Sumur Bor (Bored Well)

Sumur bor adalah sumur yang dibuat dengan bantuan auger. Kedalaman minimum 100 meter.

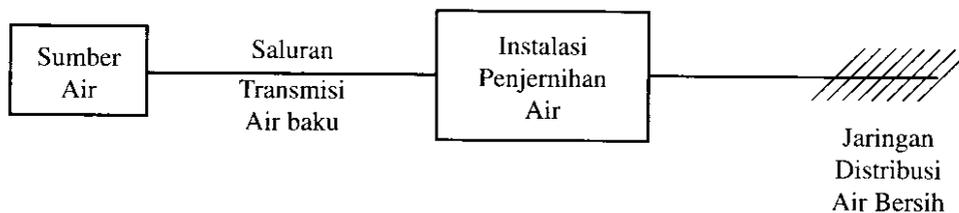
d. Sumur Pompa Tangan Dangkal.

Adalah sumur yang dibuat dengan kedalaman pipa maksimum 18 meter dan sesuai untuk kedalaman muka air lebih kecil dari 7 meter.

## 2. Bak penampungan air hujan

Pada daerah-daerah tertentu yang tidak atau sedikit memiliki sumber air, air hujan dimanfaatkan untuk persediaan air bersih untuk keperluan air minum dan keperluan sehari-hari yang lain terutama pada musim hujan, di samping juga untuk persediaan air pada waktu musim kemarau. Untuk menyimpannya air hujan ditampung dalam suatu bejana atau bak Penampungan Air Hujan (PAH). Bak penampungan air hujan ini juga dapat digunakan untuk penyediaan air bersih secara komunal.

Secara umum displit penyediaan air bersih secara komunal dapat digambarkan sebagai berikut :



Beberapa sistem penyediaan air bersih secara komunal adalah sebagai berikut :

1. Melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)

PDAM adalah merupakan organisasi pengelola air pada daerah tingkat II yang melayani air melalui sistem perpipaan yang telah mengalami pengolahan dan distribusikan pada masyarakat yang berminat dan mampu membayar sambungan.

2. HIPPAM (Himpunan Petani Pemakai Air)

HIPPAM merupakan organisasi pengelola air di daerah perdesaan dimana HIPPAM biasanya akan memanfaatkan sumber mata air yang ada di wilayah masing-masing melalui pembinaan dari Departemen Pekerjaan Umum Cipta Karya Sub Teknik Penyehatan dan Lingkungan, terutama untuk masalah teknis pembuatan bangunan pengolahan. Sehingga

dengan demikian, maka pengelolaan selanjutnya merupakan tanggung jawab masyarakat desa dan aparat pengelola telah ditetapkan oleh Kepala Daerah Tingkat II masing-masing. Bagi masyarakat yang ingin mendapatkan pelayanan melalui HIPPAM akan dikenakan iuran bulanan sesuai dengan ketentuan masing-masing pengelola HIPPAM. HIPPAM ini nantinya dapat menjadi embrio dari PDAM setelah melalui serangkaian studi kelayakan terutama kelayakan sumber air baku dan kelayakan dari segi ekonomisnya.

### 3. Pembangunan Hidran Umum, Kran umum dan Terminal air

Program pembangunan ini terutama ditujukan untuk mengantisipasi semakin mahalnya harga air relatif terhadap tingkat penghasilan masyarakat dan juga untuk daerah-daerah kumuh dan terpencil yang rawan air.

### 4. Perlindungan mata air (PMA).

Perlindungan mata air merupakan sistem penyediaan air bersih dengan memanfaatkan sumber mata air. Cakupan pelayanan maksimum PMA adalah 500 jiwa. Umumnya PMA digunakan untuk wilayah atau daerah perdesaan dimana masih dijumpai adanya sumber mata air.

## 2.2.3. Kebutuhan air bersih

### A. Macam kebutuhan air bersih.

Manusia dan makhluk hidup lain di alam ini memerlukan air untuk proses-proses biologis yang dibedakan antara lain :

- a. Kebutuhan domestik, adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti : untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya, menyiram tanaman, halaman, pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet).
- b. Kebutuhan Non Domestik, adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk beberapa kegiatan seperti :
  - Kebutuhan institusional.  
Adalah kebutuhan air bersih untuk kegiatan perkantoran dan tempat pendidikan atau sekolah.
  - Kebutuhan komersial dan industri.  
Adalah kebutuhan air bersih untuk kegiatan hotel, pasar, pertokoan, restoran. Sedangkan kebutuhan air bersih untuk industri biasanya digunakan untuk air pendingin, air pada boiler untuk pemanas, bahan baku proses.
  - Kebutuhan fasilitas umum  
Adalah kebutuhan air bersih untuk kegiatan tempat-tempat ibadah, rekreasi terminal.

## B. Penentuan Kebutuhan Air Bersih.

- Perhitungan proyeksi penduduk.

Beberapa metode proyeksi penduduk yang digunakan dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih adalah sebagai berikut :

- a. Metode Rata-rata Aritmatik

$$P_t = P_0 + (P_{n+1} - P_n) t$$

dimana,

$P_0$  = jumlah penduduk tahun ke 0

$P_{n+1} = p_n$  = rata-rata pertumbuhan penduduk

$t$  = periode perencanaan

$p_n$ , jumlah penduduk pada tahun ke  $n$

$P_{n+1}$  = jumlah penduduk pada tahun ke  $n+1$

- b. Metode Geometrik

Metode ini banyak dipakai karena mudah dan mendekati kebenaran.

$$P_t = P_0 (1 + r)^n$$

dimana,

$P_t$  = jumlah penduduk tahun proyeksi

$P_0$  = jumlah penduduk tahun yang diketahui

$r$  = prosen pertumbuhan penduduk tiap tahun

$n$  = tahun proyeksi

- c. Metode pertumbuhan seragam

Metode ini mengasumsi bahwa prosen pertumbuhan penduduk dari dekade ke dekade adalah konstan dan perhitungan didasarkan pada proses pertumbuhan rata-rata. Metode ini hanya cocok bagi kota yang relatif muda dengan pertumbuhan penduduk yang cepat.

- d. Metode selisih pertumbuhan

Yaitu jumlah penduduk saat ini ditambah dengan rata-rata pertumbuhan penduduk dalam sepuluh tahun dan rata-rata selisih pertumbuhan.

- e. Metode grafis (rentang grafis populasi)

Proyeksi penduduk dihitung dengan menggunakan kurva, plotting antara waktu (tahun) dengan populasi. Dari data yang dikumpulkan dan terbentuk kurva, kemudian direntangkan ke depan sesuai dengan bentuk nature kurva, akan diperoleh populasi dari tahun yang diinginkan.

### C. Penentuan Fluktuasi Debit Air Yang dibutuhkan.

Pada umumnya kebutuhan air di masyarakat tidaklah konstan, tetapi berfluktuasi dengan adanya perubahan musim dan aktivitas masyarakat. Pada hari tertentu di setiap minggu, bulan atau tahun akan terdapat pemakaian air yang lebih besar dari pada kebutuhan rata-rata perhari. Pemakaian air tersebut disebut “pemakaian hari maksimum”. Demikian pada jam-jam tertentu di dalam satu hari, pagi atau sore, pemakaian air akan memuncak lebih besar dari pada kebutuhan air rata-rata perhari. Pemakaian air tersebut disebut “pemakaian jam puncak”. Besarnya pemakaian air hari maksimum dan jam puncak dapat ditentukan dengan mengalikan pemakaian air dari rata-rata perhari dengan faktor pemakai hari maksimum dan jam puncak. Banyak faktor yang mempengaruhi fluktuasi pemakaian air jam perjam. Untuk mendapatkan data fluktuasi pemakaian air jam perjam secara tepat untuk keperluan perencanaan bangunan pengolahan air bersih, maka cara yang ditempuh umumnya adalah dengan membandingkan kota (daerah) yang direncanakan dengan kota (daerah) yang telah direncanakan (telah mempunyai data fluktuasi pemakaian air jam per jam). Tentunya dalam hal ini dicari kota-kota yang sedikit mungkin berbeda kondisinya (aktivitas masyarakatnya). Misalnya kota Malang dengan kota Bandung. Makin banyak penduduk dan aktivitas yang dilayani, maka makin kecil faktor hari maksimum atau jam puncaknya, karena aktivitas penduduk yang sepanjang hari akan cenderung membutuhkan air bersih mendekati rata-rata. Untuk di Indonesia (perkotaan) nilai atau faktor hari maksimum dan jam puncak yang berlaku bisa berbeda-beda, tergantung dari perencanaan (master plan) kota dan perkembangannya.

### D. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih adalah didasarkan pada jumlah penduduk yang akan dilayani dan rata-rata kebutuhan air bersih pada setiap orang. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa kebutuhan air bersih akan digunakan untuk perhitungan kapasitas pengolahan, kapasitas distribusi dan kapasitas produksi. Untuk mengetahui kebutuhan hari maksimum dan kebutuhan jam puncak adalah nilai faktor hari maksimum dan nilai faktor jam maksimum. Nilai faktor hari maksimum, ( $F_1$ ) umumnya adalah 1 sampai dengan 1,5. Sedangkan faktor jam puncak ( $F_2$ ) umumnya adalah 1,5 sampai dengan 2,5. Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa debit (kapasitas) pengolahan bisa berbentuk :

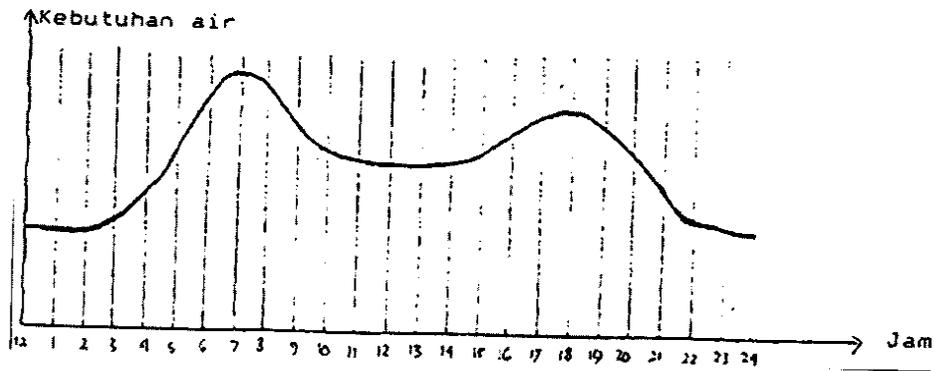
- $Q$  hari maksimum, untuk perencanaan distribusi
- $Q$  rata-rata, untuk perencanaan distribusi
- $Q$  jam puncak, untuk perencanaan distribusi

Dalam menghitung kapasitas produksi, maka selain kapasitas pengolahan (akibat sebagai kebutuhan air minum) perlu juga diperhitungkan hal-hal lain mempengaruhi, yaitu :

1. Kebutuhan air untuk instalasi, misalnya untuk pencucian filter (backwashing) melarutkan bahan kimia, keperluan kantor dan lain-lain. Umumnya kebutuhan air untuk instalasi ini sekitar 10% dari kapasitas pengolahan
2. Kehilangan air di sistem distribusi. Misalnya pada saat pemasangan, penggantian dan penambahan pipa distribusi, kebocoran teknis (karena sambungan liar dan lain-

lain), keperluan pemadam kebakaran, menyiram tanaman dan lain-lain. Umumnya kehilangan air ini sekitar 30% dari kapasitas pengolahan. Dengan mengetahui kapasitas pengolahan kebutuhan air untuk instalasi dan kehilangan air, maka dapat dihitung kapasitas produksi (debit) yang diperlukan.

Gambar Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih Berdasa Jam Puncak



Contoh perhitungan proyeksi penduduk dan kebutuhan air bersih :

Jumlah penduduk kota A adalah 100.000 pada tahun 1995. Tingkat pertumbuhan penduduk dalam setiap tahun dalam 10 tahun terakhir rata-rata 1%. Hitung kapasitas pengolahan, kapasitas distribusi, dan kapasitas produksi jika direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih sampai tahun 2015.

Jawab :

Asumsi :

- Kebutuhan air bersih rata-rata/orang/hari = 100 liter
- Faktor hari maksimum = 1,5
- Faktor jam puncak = 1,75

Proyeksi jumlah penduduk tahun 2015 (misal dengan metode geometrik)

$$P_t = P_0 (1 + r)^n$$

$$P_t = 100.000 (1 + 0,01)^{10}$$

$$P_t = 110.463 \text{ jiwa}$$

- Kebutuhan air bersih = jumlah penduduk x kebutuhan air rata-rata  
 Kebutuhan air bersih = 110.463 jiwa x 100 l/orang/hari  
 = 11.046.300 l/hari  
 = 127,85 l/dt

- Kapasitas pengolahan (kebutuhan hari maksimum) :  
 Kebutuhan air bersih x faktor hari maksimum  
 $= 127,85 \text{ l/dt} \times 1,5$   
 $= 191,775 \text{ l/dt}$
  
- Kapasitas distribusi (kebutuhan jam puncak)  
 Kebutuhan air bersih x faktor jam puncak  
 $= 127,85 \text{ l/dt} \times 1,75$   
 $= 223,74 \text{ l/dt}$

#### 2.2.4. Bangunan Pengambilan Dan Sistem Transmisi Air Bersih

##### A. Intake

Bangunan pengambilan air baku untuk penyediaan air bersih disebut dengan bangunan penangkap air atau intake. Kapasitas intake ini dibuat sesuai dengan debit yang diperlukan untuk pengolahan. Fungsi utama bangunan intake adalah untuk menangkap air dari sumber air untuk diolah dalam instalasi pengolahan air bersih.

Ditinjau dari air baku yang akan diambil maka intake dibedakan :

##### 1. Air baku dari air permukaan

##### a. River intake

adalah intake untuk menyadap air baku yang berasal dari sungai atau danau.

##### b. Direct Intake

Direct intake dipakai bila muka muka air dari air baku sangat dalam. Bentuk ini lebih mahal biayanya bila dibandingkan dengan tipe lainnya. Tipe intake ini dapat dipakai dalam kondisi :

- Sumber air dalam misal sungai dan danau
- Tanggul sangat resisten terhadap erosi dan sedimentasi

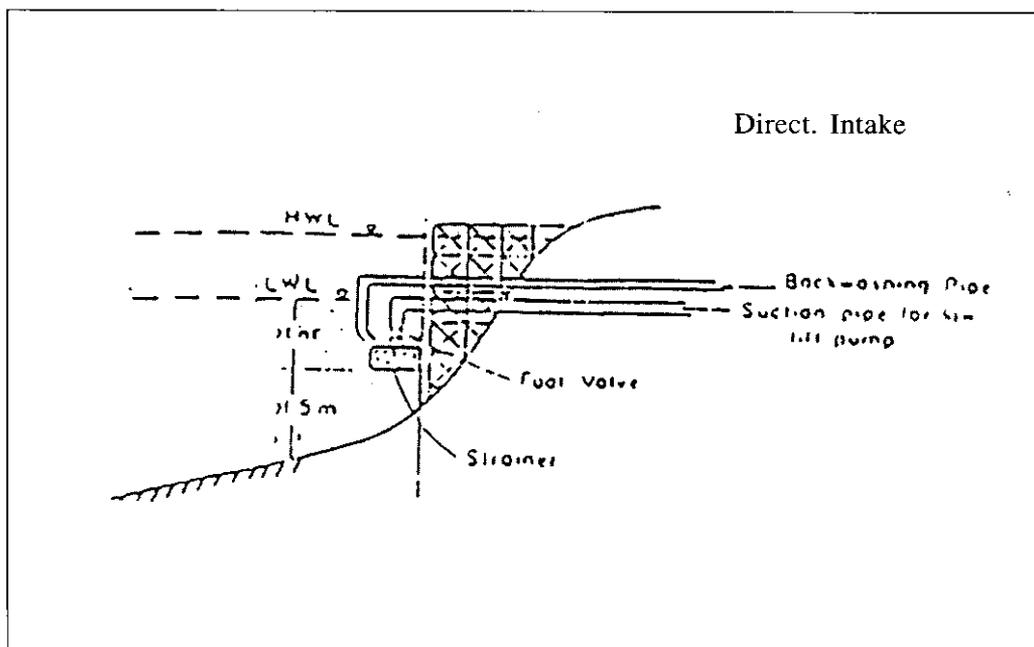
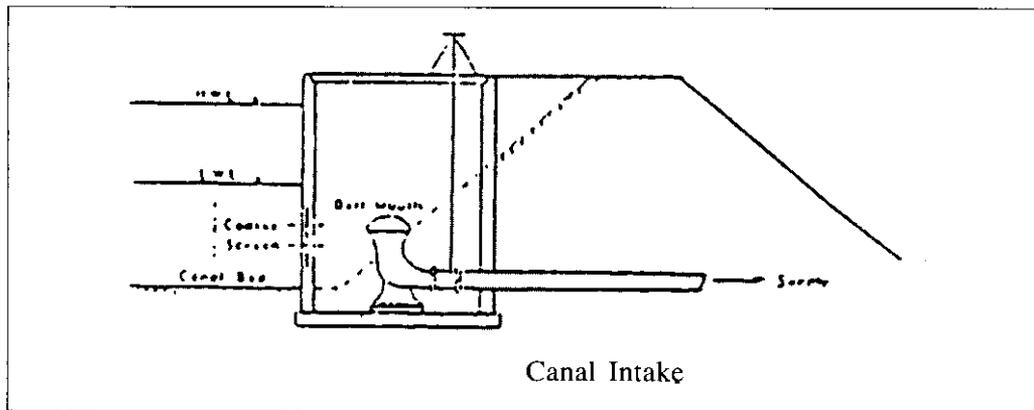
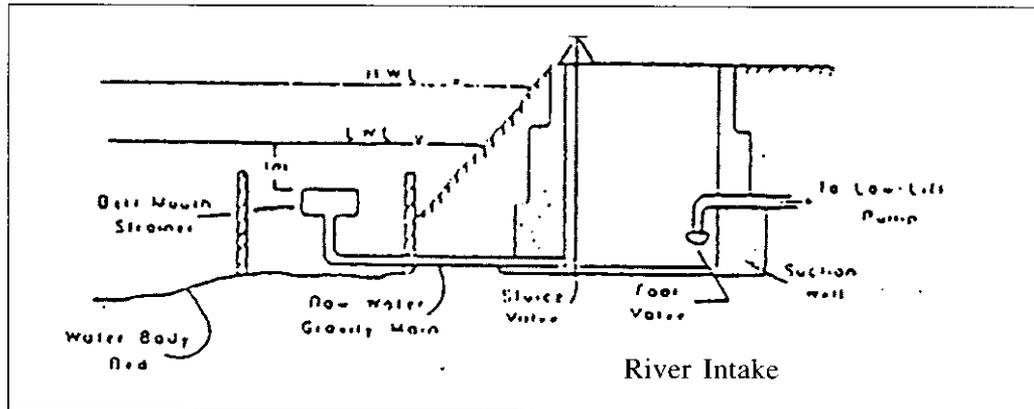
##### c. Canal Intake

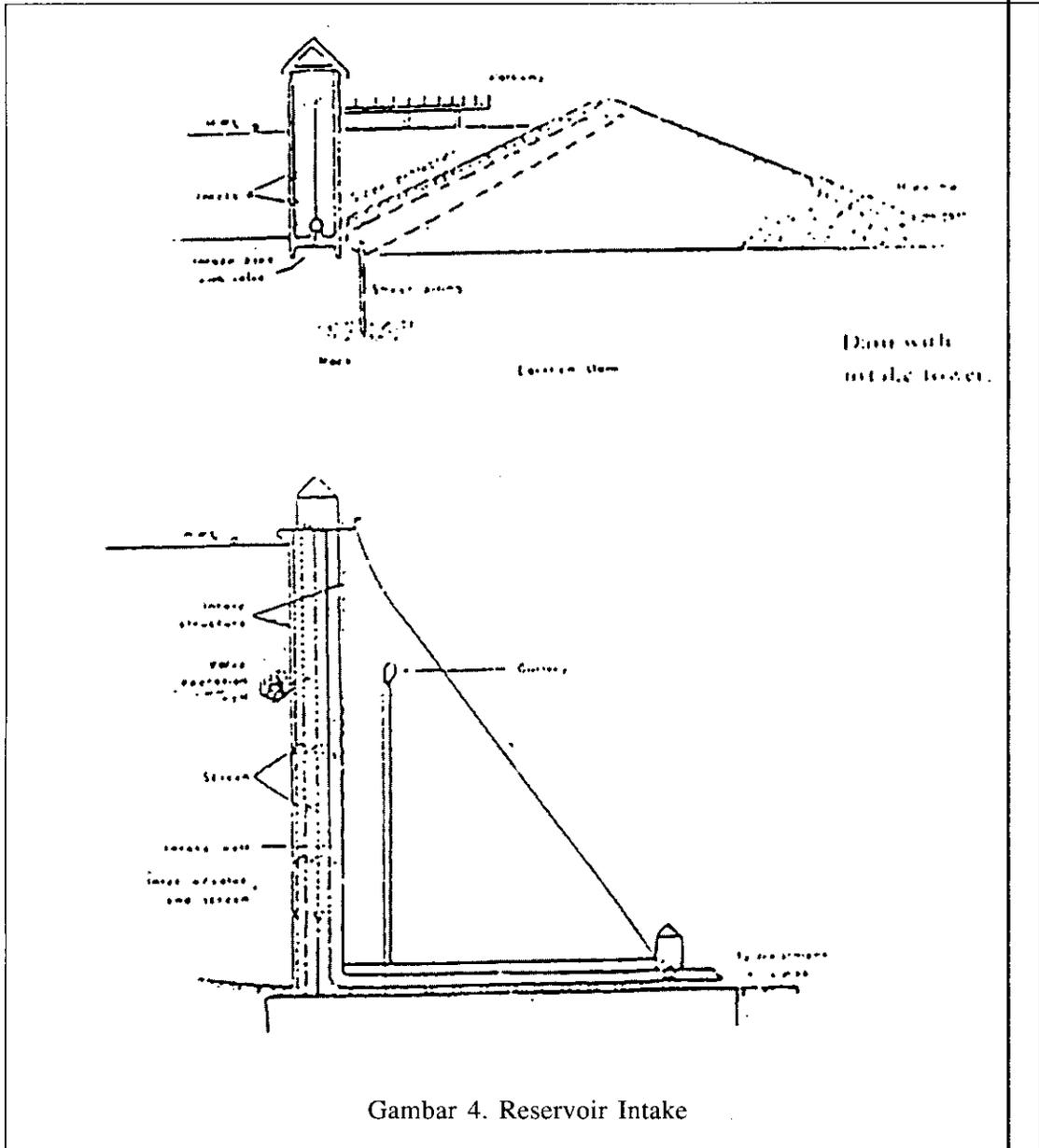
Dipakai bila air baku disadap dari kanal. Suatu bak memiliki bukaan dibangun pada satu sisi dari tanggul kanal, yang dilengkapi saringan kasar. Dari bak air dialirkan melalui pipa yang memiliki ujung berbentuk bell mouth yang tertutup saringan berbentuk parabola.

##### d. Reservoir Intake (dam)

Digunakan untuk air baku yang diambil dari danau, baik yang alamiah atau buatan (beton). Bangunan ini dilengkapi dengan beberapa inlet dengan ketinggian yang bervariasi untuk mengatasi adanya fluktuasi muka air. Dapat juga dibuat menara intake yang terpisah dengan dam pada bagian upstream. Jika air di reservoir dapat

mengalir secara gravitasi ke pengolahan, maka tidak diperlukan pemompaan dari menara.

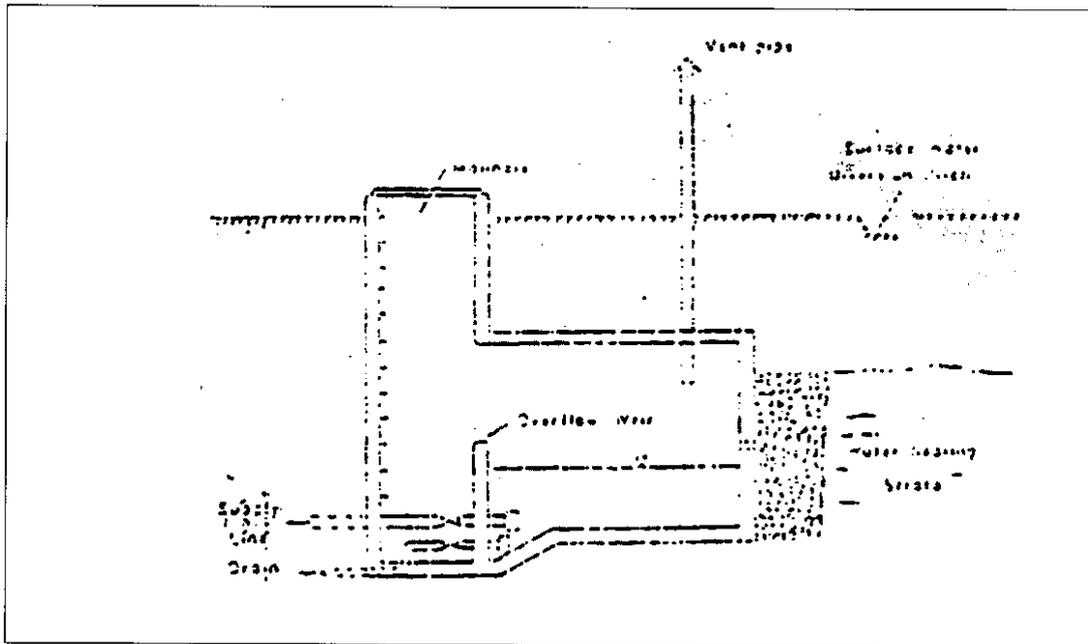




## 2. Air baku dari Mata Air

### a. Spring Intake (Bround captering)

Digunakan untuk air yang diambil dari mata air, Dalam pengumpulan mata air, hendaknya dijaga supaya kondisi tanah tidak terganggu.



### b. Sistem Transmisi Air Bersih

Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan air baku ke bangunan pengolahan air bersih. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan sistem transmisi adalah :

- Tipe pengaliran jaringan pipa transmisi yang meliputi sistem perpompaan, sistem gravitasi dan sistem gabungan perpompaan dan gravitasi. Sistem pemompaan diterapkan pada kondisi dimana letak dari bangunan intake lebih rendah dari bangunan pengolahan. Sebaliknya sistem gravitasi diterapkan pada kondisi dimana elevasi letak bangunan penangkap air relatif tinggi atau sama dengan bangunan pengolahan air. Sistem gabungan diterapkan pada kondisi topografi bangunan intake ke bangunan pengolahan yang naik turun.
- Menentukan tempat bak pelepas tekan  
Bak pelepas tekan dibuat untuk menghindari tekanan yang tinggi, sehingga tidak akan merusakkan sistem perpipaan yang ada. Bak ini dibuat di tempat dimana tekanan tertinggi mungkin terjadi atau pada stasiun penguat (boaster pump) sepanjang jalur pipa transmisi.
- Menghitung panjang dan diameter pipa  
Panjang pipa dihitung berdasarkan jarak dari bangunan penangkap air ke bangunan pengolahan, sedangkan diameter pipa ditentukan sesuai dengan debit hari maksimum.
- Jalur pipa sebaiknya mengikuti jalan raya dan dipilih jalur yang tidak memerlukan banyak perlengkapan.

Perlengkapan yang ada pada sistem transmisi perpipaan air bersih :

- Wash out :  
berfungsi untuk penggelontor sedimen atau endapan yang ada pada pipa
- Air valve :  
berfungsi untuk mengurangi tekanan pada pipa sehingga pipa tidak pecah
- Blow off
- Gate valve  
berfungsi untuk mengatur debit aliran
- Pompa

### 2.2.5. Proses Pengolahan Air Bersih

#### A. Pengolahan Lengkap

Proses pengolahan air bersih tergantung dari kualitas sumber daya air yang digunakan sebagai air baku dan kualitas air minum yang diinginkan. Pada prinsipnya, proses pengolahan air minum dibagi atas 3 (tiga) golongan yaitu :

1. Pengolahan fisik :  
Yaitu pengolahan untuk menurunkan parameter-parameter fisik, seperti kekeruhan, Total Disolved Solid, warna dan bau.
2. Pengolahan kimiawi :  
Yaitu pengolahan untuk menurunkan parameter-paramter kimiawi, seperti kesadahan, nitrat, magnesium, Mn, Fe dan lain-lain
3. Proses pengolahan biologis :  
Yaitu pengolahan untuk menurunkan parameter-parameter biologis, seperti bakteri E. Coli dan Coli tinja.

Sedangkan menurut jenisnya, pengolahan air minum dibagi menjadi 2 golongan yaitu :

1. Pengolahan Tidak Lengkap  
Yaitu sistem pengolahan yang melibatkan pengolahan fisik-kimia dan biologis.
2. Pengolahan Tidak Lengkap  
Yaitu sistem pengolahan yang hanya melibatkan salah satu atau dua diantara proses pengolahan fisik, kimia dan biologis.

Secara umum kita membedakan proses pengolahan air bersih atas pengolahan air permukaan (pengolahan lengkap) dan pengolahan air tanah (pengolahan tak lengkap)

## A. Pengolahan Air Permukaan

Proses pengolahan air permukaan (misalnya sungai) adalah proses pengolahan lengkap. Adapun bangunan pengolahan yang diperlukan untuk proses pengolahan ini meliputi :

a. Bangunan Penangkap air (intake)

Bangunan ini berfungsi untuk menangkap air dari badan air (sungai) sesuai dengan debit yang diperlukan bagi pengolahan air bersih.

b. Bangunan penenang dan bak pembagi

Berfungsi untuk menenangkan air baku jika digunakan pemompaan pada bangunan sadap (intake). Bak pembagi berfungsi untuk membagikan air jika digunakan lebih dari 1 (satu) unit bangunan pengolahan (paralel)

c. Bangunan Prasedimentasi

Berfungsi sebagai tempat proses pengendapan partikel diskrit seperti pasir, lempung dan zat-zat padat lainnya yang bisa mengendap secara gravitasi.

d. Bangunan Pengaduk Cepat (rapid mixing)

Berfungsi sebagai tempat proses pencampuran koagulan dengan air baku sehingga terjadi proses koagulasi. Proses koagulasi adalah dimaksudkan untuk :

- melarutkan bahan kimia atau koagulan
- membuat homogen campuran
- mendorong terbentuknya partikel yang berbentuk flok

e. Bangunan pengaduk lambat (slow mixing)

Berfungsi sebagai tempat proses terbentuknya flok-flok, dimana prosesnya disebut dengan proses flokulasi. Pada bak pengaduk lambat, flok-flok yang terbentuk pada bak pengaduk cepat yang telah terbentuk akan bergabung membentuk flok-flok yang lebih besar dan akhirnya mengendap secara gravitasi.

f. Bangunan Sedimentasi

Berfungsi sebagai tempat proses mengendapnya partikel-partikel flokulen (flok-flok) dari bak flokulasi

g. Bangunan Filtrasi

Berfungsi untuk tempat proses penyaringan butir-butir yang tidak ikut terendap pada bak sedimentasi dan juga berfungsi sebagai penyaring mikroorganisme/bakteri yang ikut larut dalam air. Beberapa jenis filtrasi adalah sebagai berikut:

- Rapid sand filter menggunakan media pasir (single media), antrasit dan pasir yang terpisah (dual media) dan pasir dan antrasit yang bercampur (mixed media).

- Slow sand filter, digunakan untuk pengolahan air tanpa melalui unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi.
- Pressure filtration  
Dilakukan untuk air baku air tanah. Pompa distribusi yang memompa air dari filter akan menyebabkan berkurangnya tekanan pada filter sehingga air bisa mengalir ke filter. Keuntungan adalah menghemat pemompaan ganda.
- Direct filtration  
Digunakan untuk pengolahan air baku dengan kadar kekeruhan yang rendah misal air baku dari instalasi pengolahan air buangan.

#### h. Unit Pembubuhan Bahan Kimia

Berfungsi untuk tempat melarutkan bahan-bahan kimia dan membubuhkannya ke bangunan pengolahan. Untuk pembubuhan bahan kimia ini diantaranya adalah berfungsi sebagai bak pembubuhan desinfektan yaitu chlor ( $Cl_2$ ) sebagai kaporit  $Ca(OCl)_2$ . Desinfektan selain digunakan untuk membunuh mikroorganisme patogen, dapat bermanfaat pula sebagai :

- pengoksidasi zat organik
- mengurangi bau
- mencegah berkembang-biaknya bakteri

Pemilihan Chlor sebagai desinfektan adalah karena

- mudah tersedia dan mudah penanganannya
- biaya investasi dan operasi mudah
- lebih aman

Selain Chlor yang dipakai sebagai desinfeksi, ada beberapa jenis desinfeksi yang sering dilakukan yaitu :

- Pemanasan, biasanya dilakukan terbatas pada skala kecil, yaitu rumah tangga.
- Sinar ultra violet, tidak sempurna, karena timbul endapan
- Getaran ultrasonic
- Ozon, tidak bersifat karsinogenik, tetapi harganya mahal

#### i. Bangunan Reservoir

Berfungsi untuk tempat penampungan air bersih sebelum didistribusikan dan tempat penampungan air bersih untuk instalasi.

## B. Pengolahan Air Tanah

Proses pengolahan air baku air tanah adalah proses yang tidak selengkap pengolahan air permukaan. Beberapa proses pengolahan yang tidak lengkap adalah proses pengolahan untuk menghilangkan kesadahan dengan penambahan kapur dan soda, sehingga bangunan yang diperlukan adalah bak pengaduk cepat, flokulator, bak pengendap disamping bak recarbonisasi untuk penambahan CO<sub>2</sub> dan seterusnya.

Beberapa alternatif proses pengolahan dengan air baku air tanah adalah sebagai berikut:

a. Air tanah yang sifatnya aerobik

Untuk air tanah yang sifatnya aerobik, kualitas atau kandungan bahan-bahan kimia yang ditemui, masih memenuhi persyaratan, tetapi sedikit bersifat asam sehingga diperlukan pengolahan terhadap kadar pH agar pH menjadi naik.

b. Air tanah yang sifatnya anaerobik

Biasanya banyak mengandung unsur-unsur besi, mangan, amonia, dan H<sub>2</sub>S. Sistem yang sesuai adalah aerasi yang berfungsi untuk :

- mendapatkan oksigen
- meremove H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>
- mereduksi konsentrasi CO<sub>2</sub>

### 2.2.6. Sistem Distribusi Air Bersih

#### A. Definisi Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen).

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain adalah :

1. Daerah Layanan Dan Jumlah penduduk yang akan dilayani Daerah layanan ini meliputi wilayah IKK (Ibukota Kecamatan) atau wilayah Kabupaten/Kotamadya. Jumlah penduduk yang dilayani tergantung pada :
  - Kebutuhan
  - Kemauan/minat
  - Kemampuan atau tingkat sosial ekonomi masyarakat.

Sehingga dalam satu daerah layanan belum tentu semua penduduk terlayani.

2. Kebutuhan air.

Kebutuhan air adalah debit air yang harus disediakan untuk distribusi daerah pelayanan.

3. Letak Topografi Daerah Layanan, yang akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.
4. Jenis sambungan sistem  
 Jenis sambungan dalam sistem distribusi air bersih dibedakan menjadi :
  - Sambungan Halaman : yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke tiap-tiap rumah atau halaman.
  - Sambungan Rumah : yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke masing-masing utilitas rumah tangga.
  - Hidran umum : merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada suatu daerah tertentu untuk melayani 100 orang dalam setiap hidran umum.
  - Terminal air : adalah distribusi air melalui pengiriman tangki-tangki air yang diberikan pada daerah-daerah kumuh, daerah terpencil atau daerah yang rawan air bersih.
  - Kran Umum : merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada kelompok masyarakat tertentu, yang mempunyai minat tetapi kurang mampu dalam membiayai penyambungan pipa ke masing-masing rumah. Biasanya 1 (satu) kran umum dipakai untuk melayani kurang lebih 20 orang.

## **B. Pipa Distribusi**

Pipa distribusi adalah pipa yang membawa air ke konsumen yang terdiri dari :

1. Pipa Induk :  
 yaitu pipa utama pembawa air yang akan dibagikan ke pada konsumen
2. Pipa Cabang :  
 yaitu pipa cabang dari pipa induk
3. Pipa Dinas :  
 yaitu pipa pembawa air yang langsung melayani konsumen

## **C. Tipe Pengaliran**

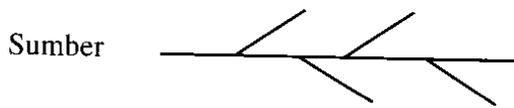
Tipe pengaliran sistem distribusi air bersih meliputi Aliran Gravitasi dan Aliran secara Pemompaan. Tipe pengaliran secara gravitasi diterapkan bila tekanan air pada titik terjauh yang diterima konsumen masih mencukupi. Jika kondisi ini tidak terpenuhi maka pengaliran harus menggunakan sistem pemompaan.

## **D. Pola Jaringan**

Macam pola jaringan sistem distribusi air bersih :

1. Sistem cabang

Adalah sistem pendistribusi air bersih yang bersifat terputus membentuk cabang-cabang sesuai dengan daerah pelayanan.



Keuntungan :

- tidak membutuhkan perhitungan dimensi pipa yang rumit karena debit dapat dibagi berdasarkan cabang-cabang pipa pelayanan.
- Untuk pengembangan daerah pelayanan lebih mudah karena hanya tinggal menambah sambungan pipa yang telah ada.

Kerugian :

- Jika terjadi kebocoran atau kerusakan pengaliran pada seluruh daerah akan terhenti.
- Pembagian debit tidak merata
- Operasional lebih sulit karena antara pipa yang satu dengan yang lain saling berhubungan

## 2. Sistem Loop

Sistem loop adalah sistem perpipaan melingkar dimana ujung pipa yang satu bertemu kembali dengan ujung pipa yang lain.



Keuntungan :

- Debit terbagi merata karena perencanaan diameter berdasarkan pada jumlah kebutuhan total
- Jika terjadi kebocoran atau kerusakan atau perubahan diameter pipa maka hanya daerah tertentu yang tidak mendapat pengaliran, sedangkan untuk daerah yang tidak mengalami kerusakan aliran air tetap berfungsi.
- Pengoperasian jaringan lebih mudah.

Kerugian :

- Perhitungna dimensi perpipaan membutuhkan kecermatan agar debit yang masuk pada setiap pipa merata.

## E. Perlengkapan Sistem Distribusi Air Bersih

### 1. Reservoir

Fungsi reservoir adalah untuk menampung air bersih yang telah diolah dan memberi tekanan. Jenis reservoir meliputi :

- Ground Reservoir

Ground reservoir adalah bangunan penampung air bersih di bawah permukaan tanah.

- Elevated Reservoir

Adalah bangunan penampung air yang terletak di atas permukaan tanah dengan ketinggian tertentu sehingga tekanan air pada titik terjauh masih tercapai.

### 2. Bahan pipa.

Bahan pipa yang biasa dipakai untuk pipa induk adalah pipa galvanis, bahan pipa cabang adalah PCV sedangkan untuk pipa dinas dapat digunakan pipa dari jenis PVC atau galvanis. Keuntungan jika memakai pipa galvanis adalah pipa tidak mudah pecah bila tekanan air yang mengalir cukup besar atau mendapat tekanan dari luar yang cukup berat meskipun harganya relatif mahal. Sedangkan untuk pipa PVC akan lebih mudah pecah walaupun dari segi harga lebih murah.

### 3. Valve.

Berfungsi untuk mengatur arah aliran air dalam pipa dan menghentikan air pada suatu daerah apabila terjadi kerusakan.

### 4. Meter air.

Berfungsi untuk mengukur besar aliran yang melalui suatu pipa.

### 5. Flow restrictor.

Fungsinya untuk pembatas air baik untuk rumah maupun kran umum agar aliran merata.

### 6. Assesories perpipaan.

- Sok.

Fungsinya untuk menyambungkan pipa pada posisi lurus.

Sok dibedakan menjadi :

- Sok turunan yang menghubungkan dua pipa yang mempunyai diameter berbeda.

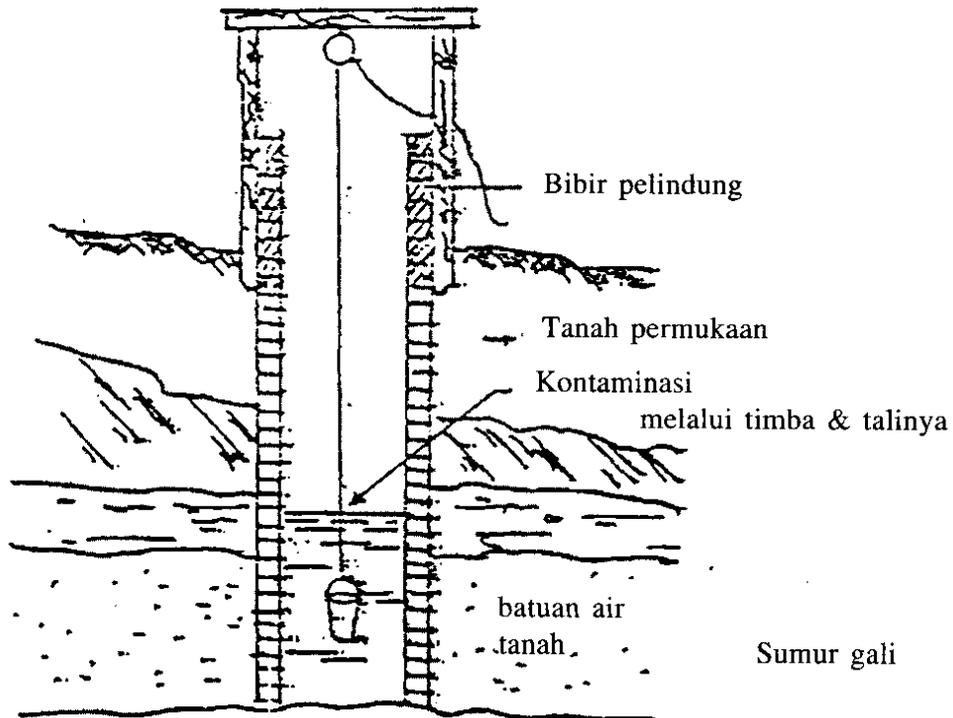
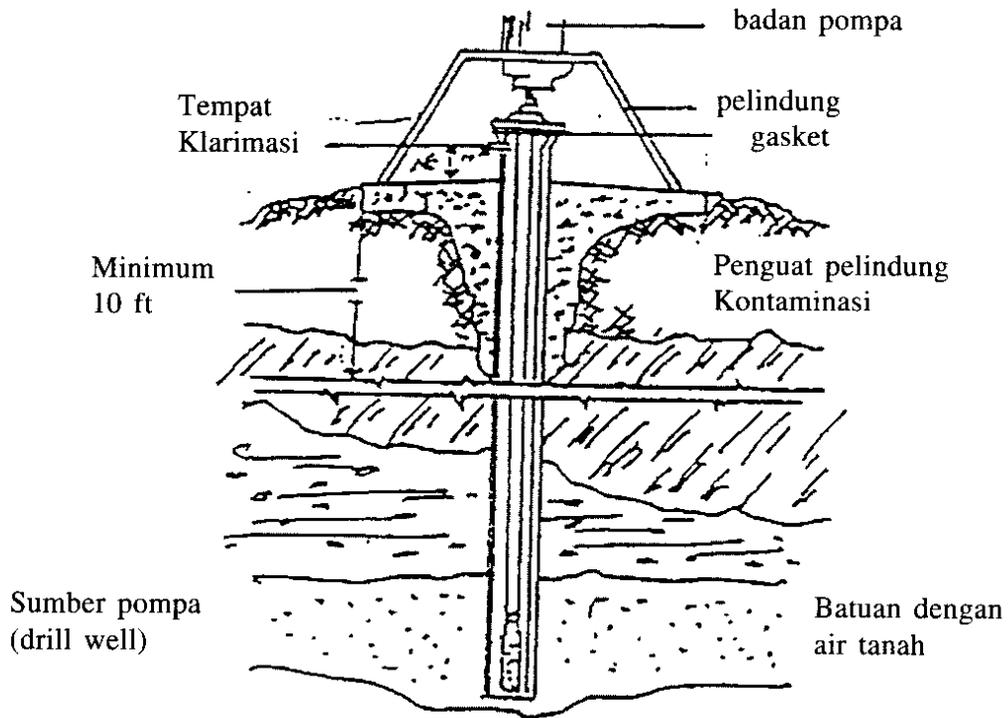
- Sok adaptor yang menghubungkan dua pipa yang mempunyai tipe yang berbeda, misalnya PVC dengan GI.
- Flens.  
Berfungsi untuk menyambung pipa.  
Penyambungan dengan flens dilakukan untuk pipa yang kedudukannya di atas permukaan tanah dengan diameter yang lebih besar dari 50 mm.  
Flens diperlukan dalam bentuk flens adaptor.
- Water mul dan nipel.  
Berfungsi untuk menyambung pipa dalam posisi lurus. Pipa ini dapat dibuka kembali meskipun kedudukan pipa-pipa yang disambung dalam keadaan mati.
- Penyambung Gibault.  
Khusus dipakai menyambung pipa asbesatos semen.
- Dop dan plug.  
Berfungsi untuk menutup ujung akhir pada pipa.
- Bend.  
Berfungsi untuk menyambung pipa yang posisinya membentuk sudut satu sama lainnya. Sudut bend yang tersedia :  $9^\circ$  ,  $45^\circ$  ,  $22\frac{1}{2}$  ,  $11\frac{1}{4}$ .
- Tee.  
Fungsi : untuk menyambung pipa bila ada percabangan tiga pipa yang saling tegak lurus.

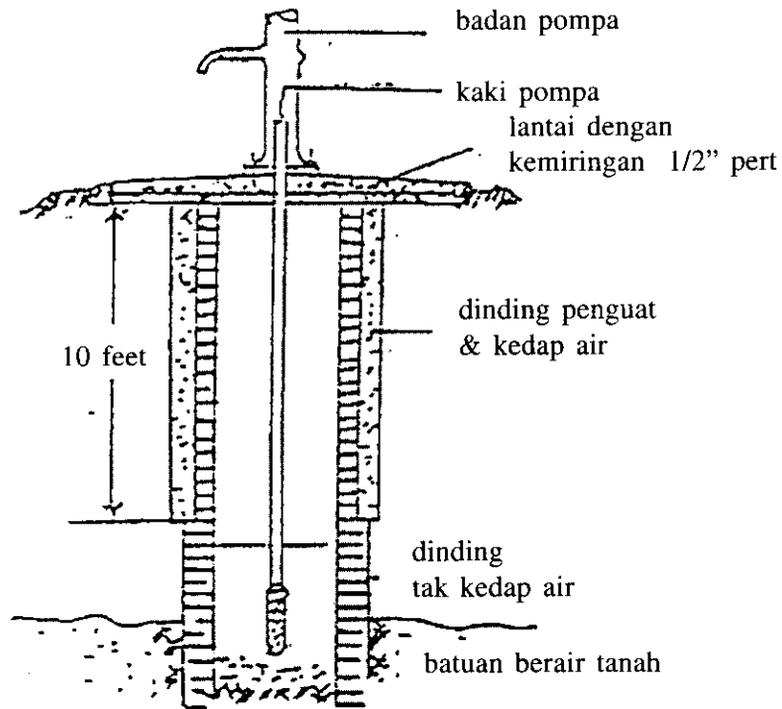
## Daftar Standar Perlengkapan

| No.  | J e n i s   | Simbol | Ukuran Nominal (luar)<br>(dalam mm, kecuali dicantumkan lain)  |
|------|---|--------|--|
| A.   | <b>Perlengkapan PVC</b>   |        |  |
| A.1. | Tee, dengan soket semua<br>Sambungan perekat                                |        | 25 x 16, 25 x 25<br>32 x 16, 32 x 25, 32 x 32<br>50 x 16, 50 x 25, 50 x 32, 50 x 50  |
| A.2. | Tee, dengan soket semua<br>sambungan gelang karet                           |        | 63 x 63<br>90 x 63, 90 x 90<br>110 x 63, 110 x 90, 110 x 110<br>160 x 63, 160 x 90, 160 x 110, 160 x 160   |
| A.3. | Tee. Dengan soket semua<br>sambungan gelang karet I<br>perekat untuk cabang |        | 63 x 50, 90 x 50, 110 x 50, 160 x 50   |
| A.4. | Klom sadel, dengan soket katup  |        | 63 mm x 1/2" (20 mm valve socket)<br>63 mm x 1/4" (25 mm valve socket)<br>63 mm x 1" (32 mm valve socket)<br>90 mm x 1/2", 90 mm x 3/4", 90 mm x 1"<br>110 mm x 1/2", 100 mm x 3/4", 110 mm x 1",<br>110 mm x 1/2"<br>160 mm x 1/2", 160 mm x 3/4", 160 mm x 1",<br>160 mm x 1/2". |

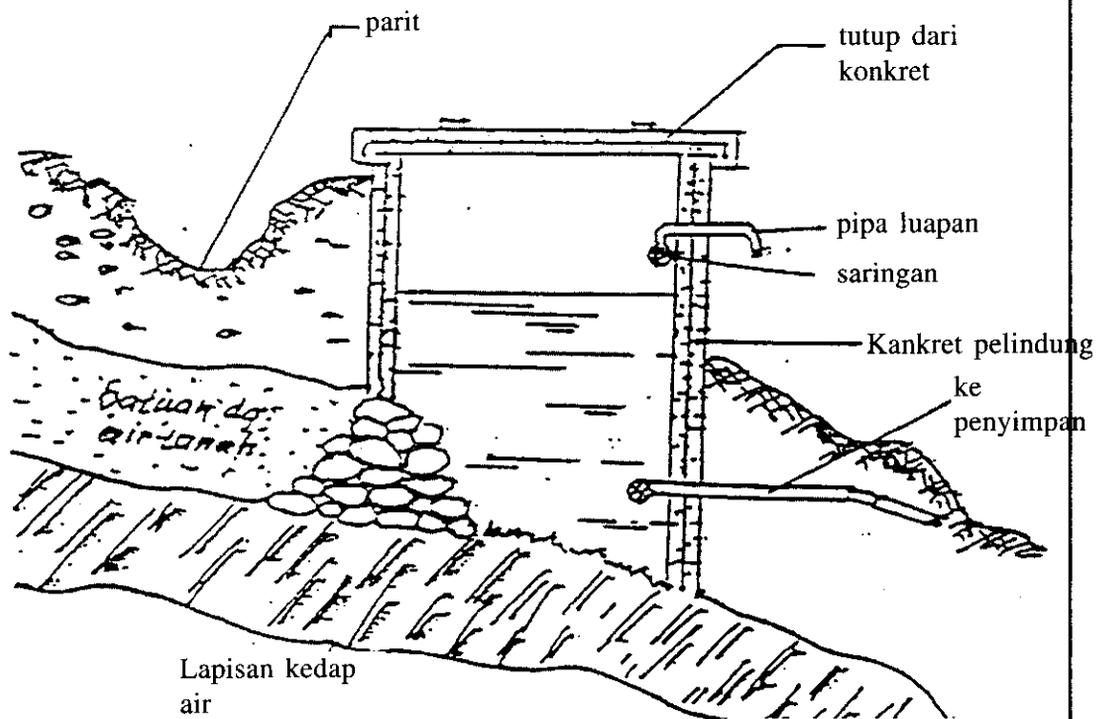
| No.   | Jenis   | Simbol | Ukuran Nominal (luar)<br>(dalam mm, kecuali dicantumkan lain) |
|-------|---|--------|---|
| A.5.  | Bend. 22 1/2; satu soket dengan perekat   |        | 50  |
| A.6.  | Bend. 45 ; satu soket dengan perekat  |        | 16, 25, 32, 50  |
| A.7.  | Bend. 90 ; satu soket dengan perekat  |        | 16, 25, 32, 50  |
| A.8.  | Bend. 22 1/2 , 45 dan 90 , satu soket, dengan gelang karet                          |        | 63, 90, 110, 160  |
| A.9.  | Reducer, soket sama dengan perekat  |        | 16 x 25<br>25 x 32, 25 x 50<br>32 x 50                        |
| A.10. | Reducer, soket semua dengan gelang karet  |        | 63 x 90<br>90 x 110<br>110 x 160                              |
| A.11. | Reducer, soket semua sama dengan perekat ( 0 - 10 mm) dengan gelang karet ( 50 mm ) |        | 50 x 63   |
| A.12. | Kap. Dengan perekat   |        | 16, 25, 32, 50  |

| No.       | Jenis   | Simbol   | Ukuran Nominal (luar)<br>(dalam mm, kecuali dicantumkan lain)  |
|-----------|---|--|--|
| A.13.     | Kap. Dengan gelang karet  |    | 63, 90, 110, 160   |
| A.14.     | Soket ulir jantan, dengan gelang karet  |    | 25, 32, 50   |
| A.15.     | Soket flana dengan gelang karet   |    | 50, 61, 90, 110, 160   |
| A.16.     | Katup, dengan soket ulir  |    | 25, 32, 50   |
| A.17.     | Katup, dengan flens   |    | 63, 90, 110, 160   |
| <b>B.</b> | <b>Perlengkapan HDPE</b>  |  |  |
| B.1.      | Tee, dengan soket khusus pipa HDPE  |    | 25 x 16, 25 x 25<br>32 x 16, 32 x 25, 32 x 32<br>63 x 50, 63 x 63  |
| B.2.      | Tee, dengan 2 gelang karet untuk PVC dan adaptor untuk pipa HDPE (cabang)             |  | 90 x 50, 110 x 50, 160 x 560<br>90 x 63, 110 x 63, 160 x 53  |
| B.3.      | Klen sadel untuk pipa PVC, dengan soket katup cabang termasuk adaptor untuk pipa HDPE |  | 63 x 16, 63 x 25, 63 x 32<br>90 x 16, 90 x 25, 90 x 32<br>110 x 16, 110 x 25, 110 x 32, 110 x 50<br>110 x 16, 160 x 25, 160 x 32, 150 x 50 |





Sumur gali dengan proteksi



Perlindungan mata air

**LAMPIRAN I**  
**PERATURAN MENTERI KESEHATAN R.I.**  
**NOMOR : 416/MENKES/PER/IX/1990**

**DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM**

| No.                       | Parameter                          | Satuan    | Kadar. Maksimum<br>yg diperbolehkan | Keterangan                              |
|---------------------------|------------------------------------|-----------|-------------------------------------|---|
| <b>A. FISIKA</b>          |                                    |           |                                     |   |
| 1.                        | Bau                                | -         | -                                   | Tidak berbau                            |
| 2.                        | Jumlah zat padat<br>terlarut (TDS) | bg/l      | 1000                                |   |
| 3.                        | Kekeruhan                          | Skala NTU | 5                                   |   |
| 4.                        | Rasa                               | -         | -                                   | Tidak terasa                            |
| 5.                        | Suhu                               | °C        | Suhu udara 23°C                     |   |
| 6.                        | Warna                              | Skala TCU | 15                                  |   |
| <b>B. KIMIA</b>           |                                    |           |                                     |   |
| <b>a. Kimia Anorganik</b> |                                    |           |                                     |   |
| 1.                        | Air raksa                          | mg/l      | 0.001                               |   |
| 2.                        | Aluminium                          | mg/l      | 0.2                                 |   |
| 3.                        | Arsen                              | mg/l      | 0.05                                |   |
| 4.                        | Barium                             | mg/l      | 1.0                                 |   |
| 5.                        | Besi                               | mg/l      | 0.3                                 |   |
| 6.                        | Fluorida                           | mg/l      | 1.3                                 |   |
| 7.                        | Kadmium                            | mg/l      | 0.005                               |   |
| 8.                        | Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )     | mg/l      | 500                                 |   |
| 9.                        | Klorida                            | mg/l      | 250                                 |   |
| 10.                       | Kromium                            | mg/l      | 0.05                                |   |
| 11.                       | Mangan                             | mg/l      | 0.1                                 |   |
| 12.                       | Natrium                            | mg/l      | 200                                 |   |
| 13.                       | Nitrat sebagai N                   | mg/l      | 10                                  |   |
| 14.                       | Nitris sebagai N                   | mg/l      | 1.0                                 |   |
| 15.                       | Perak                              | mg/l      | 0.05                                |   |
| 16.                       | PH                                 | -         | 6.5-8.5                             | merupakan batas<br>minimum dan maksimum |
| 17.                       | Selenium                           | mg/l      | 0.01                                |   |
| 18.                       | Seng                               | mg/l      | 5.0                                 |   |
| 19.                       | Sianida                            | mg/l      | 0.1                                 |   |
| 20.                       | Sulfat                             | mg/l      | 400                                 |   |
| 21.                       | Sulfida sebagai (HgS)              | mg/l      | 0.05                                |   |
| 22.                       | Tembaga                            | mg/l      | 1.0                                 |   |
| 23.                       | Timbal                             | mg/l      | 0.06                                |   |
| <b>b. Kimia Organik</b>   |                                    |           |                                     |   |
| 1.                        | Aldrin dan dieldrin                | mg/l      | 0.0007                              |   |
| 2.                        | Benzene                            | mg/l      | 0.01                                |   |
| 3.                        | Benzo (a) pyrene                   | mg/l      | 0.00001                             |   |
| 4.                        | Caloridane<br>(Total isomer)       | mg/l      | 0.0003                              |   |
| 5.                        | Chloroform                         | mg/l      | 0.03                                |   |
| 6.                        | 2-4-D                              | mg/l      | 0.10                                |   |

| No.                      | Parameter                                 | Satuan<br>yg diperbolehkan | Kadar. Maksimum | Keterangan |
|--------------------------|---|----------------------------|-----------------|------------|
| 7.                       | DDT                                       | mg/l                       | 0.03            |            |
| 8.                       | DETERGEN                                  | mg/l                       | 0.05            |            |
| 9.                       | 1,2-Dichloroethane                        | mg/l                       | 0.01            |            |
| 10.                      | 1,1-Dichloroethane                        | mg/l                       | 0.0003          |            |
| 11.                      | Heptachlorobenzene epoxide                | mg/l                       | 0.003           |            |
| 12.                      | Hexachlorobenzene                         | mg/l                       | 0.00001         |            |
| 13.                      | Gamma-HCH (Lindane)                       | mg/l                       | 0.004           |            |
| 14.                      | Methoxychlor                              | mg/l                       | 0.03            |            |
| 15.                      | Penatchlorophenol                         | mg/l                       | 0.01            |            |
| 16.                      | Pestisida total                           | mg/l                       | 0.10            |            |
| 17.                      | 2,4, 6-trichloropcenol                    | mg/l                       | 0.01            |            |
| 18.                      | Zat organik (kMnOg)                       | mg/l                       | 10              |            |
| <b>C. MIROBIOLOGIK</b>   |   |                            |                 |            |
| 1.                       | Koliform tinja                            | Jumlah per 100 ml          | 0               |            |
| 2.                       | Total Koliform                            | Jumlah per 100 ml          | 0               |            |
| <b>D. RADIOAKTIVITAS</b> |   |                            |                 |            |
| 1.                       | Aktivitas Alpha<br>(Gross Alpha Activity) | Bq/l                       | 0.1             |            |
| 2.                       | Aktivitas Beta<br>(Gross Beta Activity)   | Bq/l                       | 1.0             |            |

**Keterangan :**

mg = milligrma

ml = mili liter

l = liter

Bq = Bequerel

NTU = Nephelometric Turbidity Unit

TCU = True color unit

Logam berat merupakan logam berlarut.

**LAMPIRAN II**  
**PERATURAN MENTERI KESEHATAN R.I.**  
**NOMOR : 416/MENKES/PER/IX/1990**

**DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR BERSIH**

| No.                       | Parameter                        | Satuan    | Kadar. Maksimum yg diperbolehkan | Keterangan                           |
|---------------------------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|--------------------------------------|
| <b>A. FISIKA</b>          |                                  |           |                                  |                                      |
| 1.                        | Bau                              | -         | -                                | Tidak berbau                         |
| 2.                        | Jumlah zat padat terlarut (TDS)  | mg/l      | 1.500                            |                                      |
| 3.                        | Kekeruhan                        | Skala NTU | 25                               |                                      |
| 4.                        | Rasa                             | -         | -                                | Tidak terasa                         |
| 5.                        | Suhu                             | °C        | Suhu udara ±3°C                  |                                      |
| 6.                        | Warna                            | Skala TCU | 50                               |                                      |
| <b>B. KIMIA</b>           |                                  |           |                                  |                                      |
| <b>a. Kimia Anorganik</b> |                                  |           |                                  |                                      |
| 1.                        | Air raksa                        | mg/l      | 0.001                            |                                      |
| 2.                        | Arsen                            | mg/l      | 0.05                             |                                      |
| 3.                        | Besi                             | mg/l      | 1.0                              |                                      |
| 4.                        | Fluorida                         | mg/l      | 1.5                              |                                      |
| 5.                        | Kadmium                          | mg/l      | 0.005                            |                                      |
| 6.                        | Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )   | mg/l      | 500                              |                                      |
| 7.                        | Klorida                          | mg/l      | 600                              |                                      |
| 8.                        | Kromium                          | mg/l      | 0.05                             |                                      |
| 9.                        | Mangan                           | mg/l      | 0.5                              |                                      |
| 10.                       | Nitrat sebagai N                 | mg/l      | 10                               |                                      |
| 11.                       | Nitrit sebagai N                 | mg/l      | 1.0                              |                                      |
| 12.                       | pH                               | -         | 6,5-9.0                          | merupakan batas minimum dan maksimum |
| 13.                       | Selenium                         | mg/l      | 0,01                             |                                      |
| 14.                       | Seng                             | mg/l      | 15                               |                                      |
| 15.                       | Sianida                          | mg/l      | 0.1                              |                                      |
| 16.                       | Sulfat                           | mg/l      | 400                              |                                      |
| 17.                       | Timbal                           | mg/l      | 0.05                             |                                      |
| <b>b. Kimia Organik</b>   |                                  |           |                                  |                                      |
| 1.                        | Aldrian dan dioldrian            | mg/l      | 0.0007                           |                                      |
| 2.                        | Benzene                          | mg/l      | 0.01                             |                                      |
| 3.                        | Benzo (a) pyrene                 | mg/l      | 0.00001                          |                                      |
| 4.                        | Chlordane (total isomer)         | mg/l      | 0.007                            |                                      |
| 5.                        | Chloroform                       | mg/l      | 0.03                             |                                      |
| 6.                        | 2,4-D                            | mg/l      | 0.10                             |                                      |
| 7.                        | DDT                              | mg/l      | 0.03                             |                                      |
| 8.                        | Detergen                         | mg/l      | 0.5                              |                                      |
| 9.                        | 1,2-Dichloroethane               | mg/l      | 0.01                             |                                      |
| 10.                       | 1,1-Dichloroethane               | mg/l      | 0.0003                           |                                      |
| 11.                       | Heptachlorobenzene expoxide      | mg/l      | 0.003                            |                                      |
| 12.                       | Hexachlorobenzene                | mg/l      | 0.00001                          |                                      |
| 13.                       | Gamma-HCH (Lindane)              | mg/l      | 0.004                            |                                      |
| 14.                       | Methoxychlor                     | mg/l      | 0.10                             |                                      |
| 15.                       | Pentachlorophenol                | mg/l      | 0.01                             |                                      |
| 16.                       | Pestisida total                  | mg/l      | 0.10                             |                                      |
| 17.                       | 2,4,6-Trichlorophenol            | mg/l      | 0.01                             |                                      |
| 18.                       | Zat organik (KMnO <sub>4</sub> ) | mg/l      | 10                               |                                      |