

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembahasan Umum Air Bersih

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.

2.2 Pengertian Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi 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.

2.3 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih

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

2.3.1 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.

1. 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 bersamaan 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 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

2. Syarat-syarat Kimia

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

- a. pH merupakan faktor penting bagi air minum, karena mempengaruhi proses korosi pada perpipaan, khususnya pada $\text{pH} < 6,5$ 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.
- b. Zat padat total (*total solid*) merupakan bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu $103 - 105^{\circ}\text{C}$.
- c. Zat organik sebagai KMnO_4 . Zat atau bahan organik yang berlebihan dalam air akan mengakibatkan timbulnya bau yang tidak sedap.
- d. CO_2 yang terdapat dalam air berasal dari udara dan hasil dekomposisi zat organik.
- e. Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi, misalnya Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{+} , dan Mn^{+} . Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+}

secara bersama-sama. Air sadah menyebabkan pemborosan pemakaian sabun pencuci dan mempunyai titik didih yang lebih tinggi dibandingkan air biasa.

- f. 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.
- g. 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.
- h. Pada kadar yang lebih besar dari 1 mg/l akan menyebabkan rasa tidak enak pada lidah dan dapat menimbulkan kerusakan pada hati.
- i. Kelebihan kadar Seng (Zn) > 5 mg/l dalam air minum menyebabkan rasa pahit
- j. Kadar Chloride (Cl) yang melebihi 250 mg/l akan menyebabkan rasa asin dan korosif pada logam.
- k. Kelemahan nitrit dapat menyebabkan methamoglobinemia terutama pada bayi yang mendapatkan konsumsi air minum yang mengandung nitrit.

- l. Kadar Flourida < 1 mg/l menyebabkan kerusakan gigi atau carries gigi. Sebaiknya bila terlalu banyak akan menyebabkan gigi berwarna kecoklatan.
 - m. Adanya logam-logam berat (Pb, As, Se, Cd, Cr, Hg, CN) dalam air akan menyebabkan gangguan pada jaringan syaraf, pencernaan, metabolisme oksigen, dan kanker.
3. 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 indicator pencemar air.

4. Syarat-syarat Radiologis

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

2.3.2 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.

2.3.3 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.

2.4 Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih didalamnya mencakup sumber air baku bersih. Dalam memilih sumber air baku air bersih, maka harus diperhatikan persyaratan utamanya 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 :

1. Air Hujan

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

- a. Bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat-zat mineral.
- b. Air hujan pada umumnya bersifat lebih bersih.

- c. Dapat bersifat korosif karena mengandung zat-zat yang terdapat di udara seperti NH_3 CO_2 agresif, ataupun SO_2 . Adanya konsentrasi 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.

2. Air Permukaan

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

- a. Air waduk (berasal dari air hujan)
- b. Air sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
- c. 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 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

3. 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.

4. 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 dibawah ini:

Tabel 2.1
Tabel Sumber Air Baku Utama

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 (<10m)	Terpolusi	Relatif cukup	Pengambilan dibatasi, berakibat intrusi air laut	Relatif murah
Air Tanah dalam (>60m)	Relatif baik			Relatif mahal
Mata Air	Relatif baik	Sedikit	Tidak dapat diambil secara terus menerus	Murah

Sumber : “Modul Rekayasa Lingkungan”, oleh Universitas Gunadarma. 2009.

2.5 Kebutuhan Air Bersih

2.5.1 Macam Kebutuhan Air Bersih

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

1. 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). Kebutuhan air non domestik untuk kota dalam beberapa kategori antara lain : Kota kategori I

(kota metro), kota kategori II (kota besar), kota kategori III (kota sedang), kota kategori IV (kota kecil) dan kota kategori V (desa).

Tabel 2.2
Tabel Kategori Kebutuhan Air Domestik

NO	URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH JIWA				
		KOTA METRO	KOTA BESAR	KOTA SEDANG	KOTA KECIL	DESA
		> 1.000.000	500.000 S/D 1.000.000	100.000 S/D 500.000	20.000 S/D 100.000	< 20.000
1	Konsumsi unit sambungan rumah (SR) L/O/H	190	170	150	130	30
2	Konsumsi unit hidran umum (HU) L/O/H	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit non domestik L/O/H (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20-Oct
4	Kehilangan Air (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20
5	Faktor hari maksimum	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
6	Faktor jam puncak	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
7	Jumlah jiwa per SR	5	5	6	6	10
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100-200	200
9	Sisa tekan di penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi	24	24	24	24	24
11	Volume reservoir (% max day demand)	20	20	20	20	20
12	SR : HR	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber : “Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU”, oleh Ditjen Cipta Karya, 1997

2. Kebutuhan Non Domestik, adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk beberapa kegiatan seperti :
 - a. Kebutuhan Instiusional adalah kebutuhan air bersih untuk kegiatan perkantoran dan tempat pendidikan atau sekolah.

- b. Kebutuhan komersial dan industry 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 dan bahan baku proses.
- c. Kebutuhan fasilitas umum adalah kebutuhan air bersih untuk kegiatan tempat-tempat ibadah, rekreasi dan terminal.

Tabel 2.3

Tabel Kebutuhan Air Non-Domestik Kategori Lain

No	Sektor	Besaran	Satuan
1	Lapangan terbang	10	Liter/det
2	Pelabuhan	50	Liter/det
3	Stasiun KA-Terminal Bus	1200	Liter/det
4	Kawasan industri	0.75	Liter/det/ha

Sumber : “Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU”, oleh Ditjen Cipta Karya, 2000

Tabel 2.4

Tabel Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori I, II, III, IV

No	Sektor	Besaran	Satuan
1	Sekolah	10	Liter/murid/hari
2	Rumah sakit	200	Liter/bed/hari
3	Puskesmas	2000	Liter/hari
4	Masjid	3000	Liter/hari
5	Kantor	10	Liter/pegawai/hari
6	Pasar	12000	Litter/hektar/hari

7	Hotel	150	Liter/bed/hari
8	Rumah makan	100	Liter/tempat duduk/hari
9	Kompleks militer	60	Liter/orang/hari
10	Kawasan industri	0.2 – 0.8	Liter/detik/hari
10	Kawasan pariwisata	0.1 – 0.3	Liter/detik/hari

Sumber : “Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU”, oleh Ditjen Cipta Karya, 2000

Tabel 2.5

Tabel Kebutuhan Air Nnon Domestik untuk Kategori V

No	Sektor	Besaran	Satuan
1	Sekolah	5	Liter/murid/hari
2	Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
3	Puskesmas	1200	Liter/hari
4	Hotel/losmen	90	Liter/hari
5	Komersial/industri	10	Liter/hari

Sumber : “Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU”, oleh Ditjen Cipta Karya, 2000

2.5.2 Perhitungan Proyeksi Penduduk

Ada beberapa metode proyeksi penduduk yang digunakan dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih adalah sebagai berikut, namun yang akan digunakan hanyalah metode geometrik :

1. Metode Rata-rata Aritmatik

Metode perhitungan dengan cara aritmatik didasarkan pada kenaikan rata-rata jumlah penduduk dengan menggunakan data terakhir dan rata-rata sebelumnya. Dengan cara ini perkembangan dan penambahan penduduk akan bersifat linier. Perhitungan ini menggunakan persamaan berikut :

$$P_n = P_o + I(n) \quad \text{dan} \quad I = \frac{P_t - P_o}{t}$$

dimana,

P_n = jumlah penduduk tahun ke n ;

P_t = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun akhir;

P_o = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun dasar;

t = jumlah tahun yang diketahui;

n = jumlah interval.

2. Metode Geometrik

Perhitungan perkembangan populasi berdasarkan pada angka kenaikan penduduk rata – rata pertahun. Presentase pertumbuhan penduduk rata – rata dapat dihitung dari data sensus tahun sebelumnya. Metode ini sering digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan atau proyeksi penduduk karena laju pertumbuhan ini bersifat berskala atau bertahap dalam selang waktu tertentu. Metode ini juga digunakan oleh Badan Pusat Statistik dalam memproyeksikan jumlah penduduk. Persamaan yang digunakan untuk metode Geometrik ini adalah :

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad \text{dan} \quad r = \left(\frac{P_t}{P_o}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

dimana,

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n ;

P_t = jumlah penduduk pada tahun terakhir;

P_o = jumlah penduduk pada tahun dasar;

t = jumlah tahun yang diketahui;

r = laju pertumbuhan penduduk;

n = jumlah interval.

3. Metode *Least Square*

Metode ini umumnya digunakan pada daerah yang tingkat pertambahan penduduk cukup tinggi. Perhitungan pertambahan jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada data tahun-tahun sebelumnya dengan menganggap bahwa pertambahan jumlah penduduk suatu daerah disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan migrasi. Persamaan untuk metode ini adalah :

$$\hat{Y} = a.X + b$$

dimana,

\hat{Y} = nilai variable berdasarkan garis regresi;

a = konstanta;

X = variable independen;

B = koefisien arah regresi linear.

2.5.3 Penentuan Fluktuasi Debit Air Yang Dibutuhkan

Menurut Fair et al. (1966) dan Al-Layla et al. (1977) konsumsi air akan berubah sesuai dengan perubahan musim dan aktivitas masyarakat. Pada hari

tertentu di setiap minggu, bulan atau tahun akan terdapat pemakai air yang lebih besar daripada kebutuhan rata-rata perhari. Pemakaian air tersebut disebut pemakaian hari maksimum. Demikian pula pada jam-jam tertentu di dalam satu hari, pemakaian air akan meningkat lebih besar daripada kebutuhan air rata-rata perhari (pemakaian jam puncak). Ada 4 (empat) macam pengertian tentang fluktuasi pemakaian air ini :

1. Pemakaian sehari rata-rata adalah pemakaian rata-rata dalam sehari atau pemakaian setahun dibagi 365 hari.
2. Pemakaian sehari terbanyak (*maximum day demand*) adalah pemakaian terbanyak pada suatu hari dibagi 24 jam.
3. Pemakaian sejam rata-rata adalah pemakaian rata-rata dalam satu jam, pemakaian satu hari dibagi 24 jam.
4. Pemakaian sejam terbanyak (*maximum hourly demand*) adalah pemakaian sejam terbesar pada suatu jam dalam satu hari.

Untuk mengetahui kebutuhan hari maksimum dan kebutuhan jam puncak adalah dengan mengalikan nilai faktor hari maksimum dan nilai faktor jam puncak dengan kebutuhan air rata-rata perhari. Nilai faktor hari maksimum umumnya adalah 1,05 sampai 1,15, sedangkan faktor jam puncak umumnya adalah 2,0 sampai 3,0 (Fair et al., 1966; Al-Layla et al., 1977).

2.5.4 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan, kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air rata-rata. Kebutuhan air rata-rata dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu kebutuhan air rata-

rata harian dan kebutuhan harian maksimum. Kebutuhan air total dihitung berdasarkan jumlah pemakai air yang telah diproyeksikan 5 – 10 tahun mendatang dan kebutuhan rata – rata setiap pemakai setelah ditambah 20 % sebagai faktor kehilangan air (kebocoran). Kebutuhan total ini dipakai untuk mengecek apakah sumber air yang dipilih dapat memenuhi kebutuhan air baku yang direncanakan.

Kebutuhan Air Rata-rata Harian (Q_{rh}) adalah banyaknya air yang dibutuhkan selama satu hari :

$$Q_{rh} = P * q$$

dimana,

P = Jumlah penduduk (jiwa)

q = Kebutuhan air penduduk (liter/detik)

Q_{rh} = Kebutuhan air harian rata-rata

Kebutuhan Air Harian Maksimum (Q_{rhM}) adalah banyaknya air yang dibutuhkan pada satu hari :

$$Q_{rhM} = F_{hm} * Q_{rh}$$

dimana,

F_{hm} = Faktor kebutuhan harian maksimum (1.05 – 1.15)

Q_{rh} = Kebutuhan air harian rata-rata

Q_{rhM} = Kebutuhan air harian maksimum

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 20% - 30% dari kapasitas pengolahan. Dengan mengetahui kapasitas pengolahan kebutuhan air untuk instalasi dan kehilangan air, maka dapat dihitung kapasitas produksi (debit) yang diperlukan.

2.6 Bangunan Pengambilan Air

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.

2.6.1 Air Baku dari Air Permukaan

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

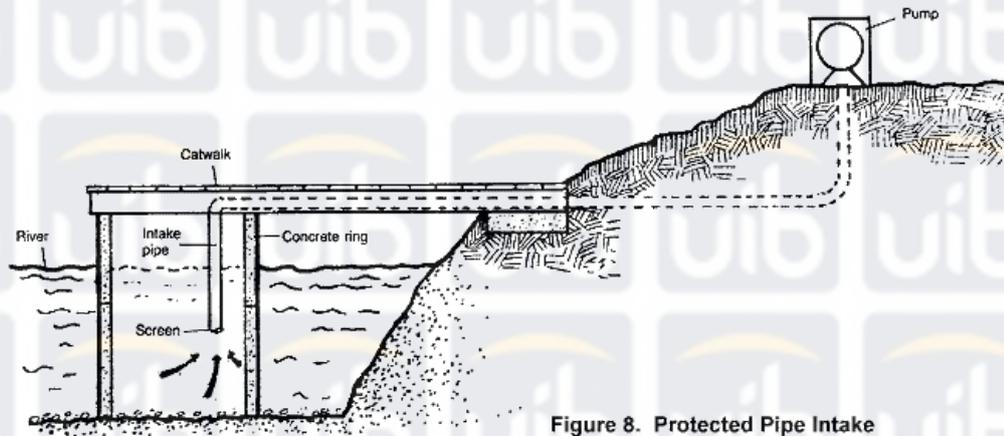
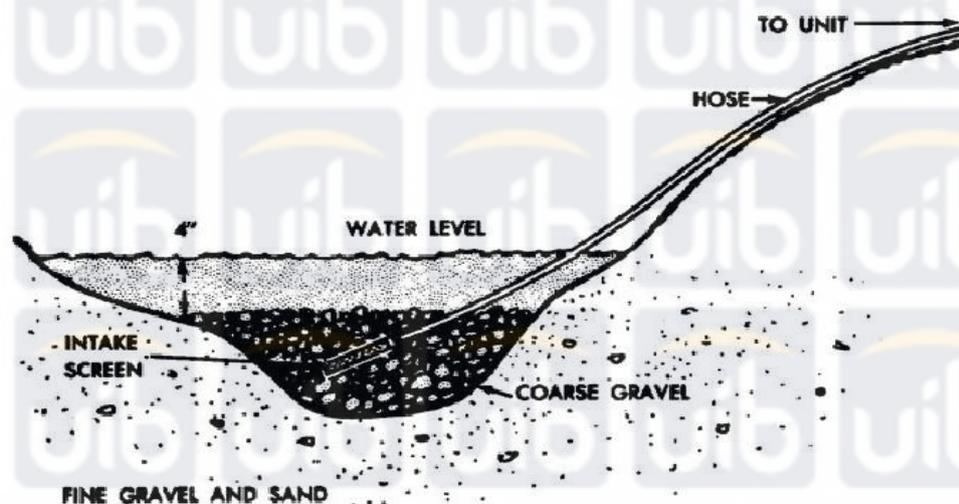


Figure 8. Protected Pipe Intake

Sumber: Foto internet.

Gambar 2.1 *River intake*

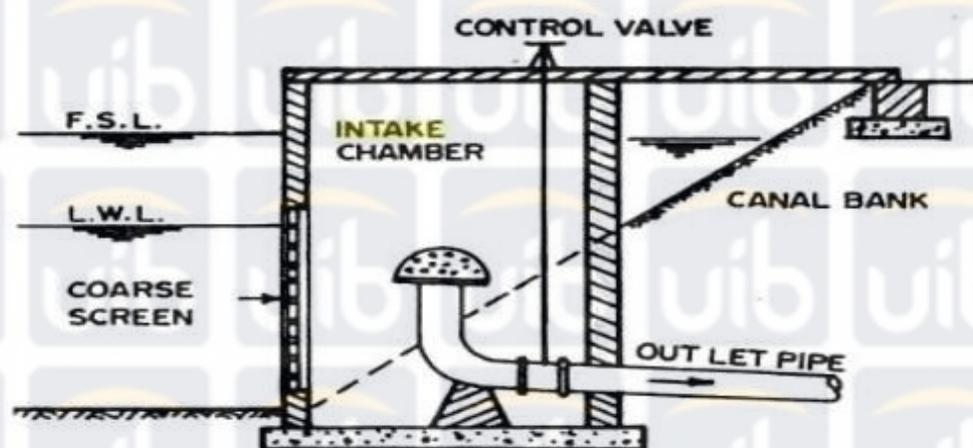
2. *Direct intake* dipakai apabila muka muka air dari air baku sangat dalam. Bentuk ini lebih mahal biayanya bila dibandingkan dengan tipe lainnya. Tipe *intake* ini dapat dipakai dalam kondisi sumber air dalam (sungai dan danau) dan tanggul sangat resisten terhadap erosi dan sedimentasi.



Sumber: Foto internet.

Gambar 2.2 *Direct intake*

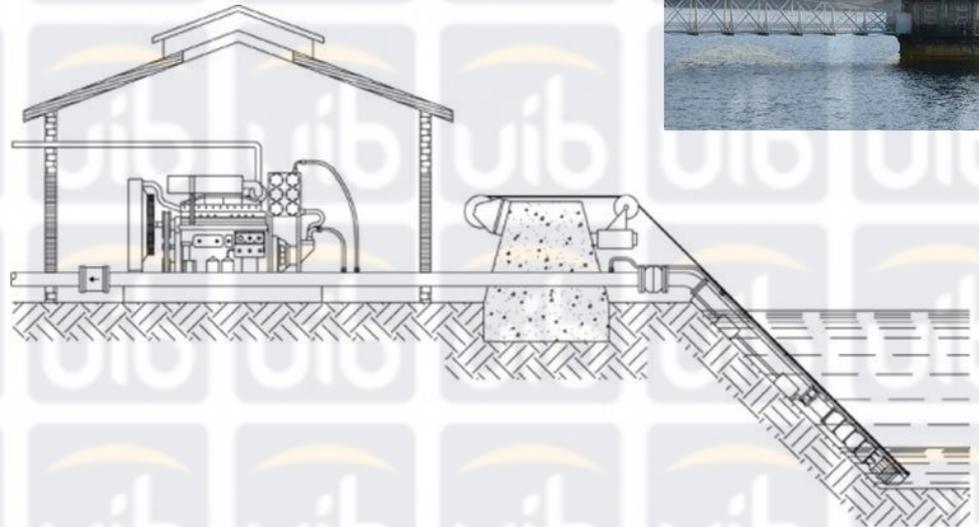
3. *Canal intake* dipakai bila air baku disadap dari kanal. Suatu bak memiliki bukaan dibangun pada satu sisi dari tanggul kanal, yang dilengkapi saringan kasar. Dari bak air dialirkan melalui pipa yang memiliki ujung berbentuk *bell mounth* yang tertutup saringan berbentuk parabola.



Sumber: Foto internet.

Gambar 2.3 *Canal intake*

4. *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.

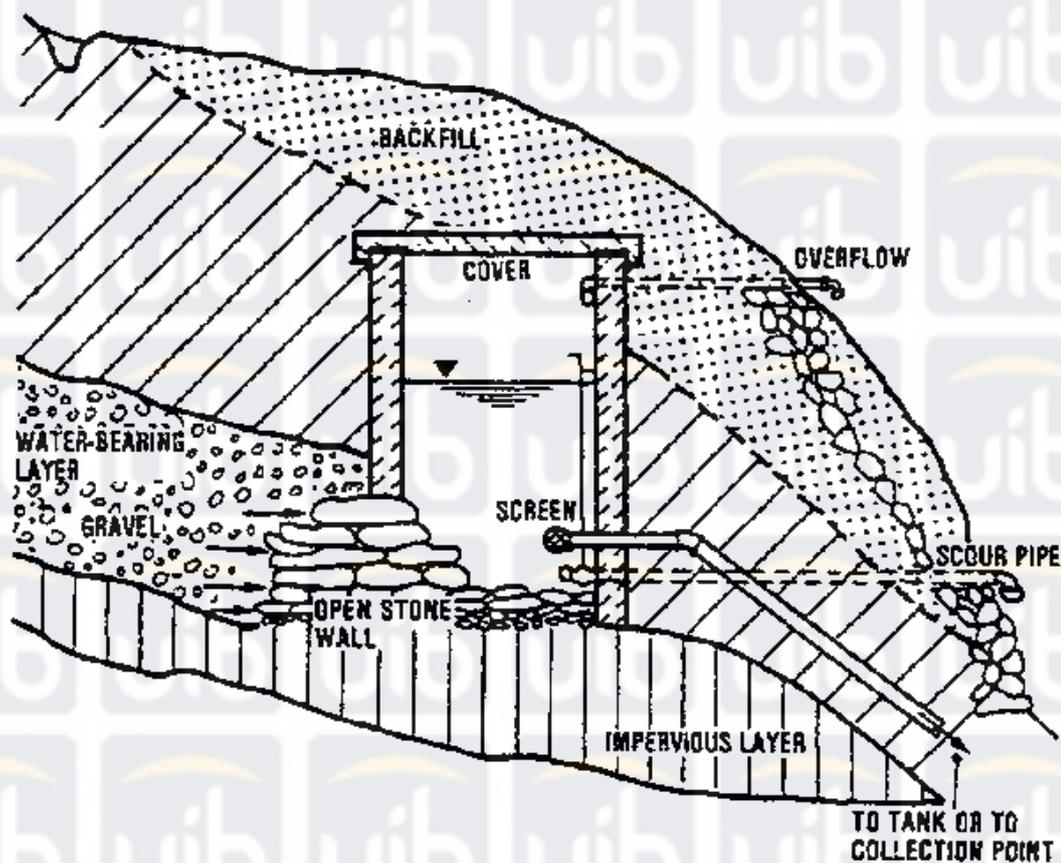


Sumber: Foto internet.

Gambar 2.4 *Reservoir intake*

2.6.2 Air Baku dari Mata Air

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



Sumber: Foto internet.

Gambar 2.5 *Spring intake*

2.7 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 :

1. Tipe pengaliran jaringan pipa transmisi yang meliputi sistem perpompaan, system 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.

2. 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.
3. 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.
4. Jalur pipa sebaiknya mengikuti jalan raya dan dipilih jalur yang tidak memerlukan banyak perlengkapan. Perlengkapan yang ada pada sistem:
 - a. *Wash out*, berfungsi untuk penggelontor sedimen atau endapan yang ada pada pipa
 - b. *Air valve*, berfungsi untuk raengurangi tekanan pada pipa sehingga pipa tidak pecah.
 - c. *Blow off*.
 - d. *Gate valve* berfungsi untuk mengatur debit aliran.
 - e. Pompa.

2.8 Proses Pengolahan Air Bersih

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 Dissolved Solid*, warna dan bau.
2. Pengolahan kimiawi yaitu pengolahan untuk menurunkan parameter-parameter kimiawi, seperti kesadahan, nitrat, magnesium, Mn, Fe dan lain-lain.
3. Proses pengolaan 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 pengolaan yang melibatkan 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)

2.8.1 Pengolahan Air Permukaan

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

1. Bangunan penangkap air (*intake*) berfungsi untuk menangkap air dari badan air (sungai) sesuai dengan debit yang diperlukan bagi pengolahan air bersih.
2. Bangunan penenang dan bak pembagi berfungsi untuk menenangkan air baku jika digunakan pepompaan pada bangunan sadap (*intake*). Bak pembagi berfungsi untuk membagikan air jika digunakan lebih dari 1 (satu) unit bangunan pengolahan (paralel).
3. Bangunan prasedimentasi berfungsi sebagai tempat proses pengendapan partikel diskrit seperti pasir, lempung dan zat-zat padat lainnya yang bisa mengendap secara gravitasi.
4. Bangunan pengaduk cepat (*rapid mixing*) berfungsi sebagai sebagai tempat proses pencampuran koagulan dengan air baku sehingga terjadi proses koagulasi.
5. 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.
6. Bangunan filtrasi berfungsi untuk proses penyaringan butir-butir yang tidak ikut terendap pada

7. Bak sedimentasi dan juga berfungsi sebagai penyaring mikroorganisme / bakteri yang ikut larut dalam air. Beberapa jenis filtrasi adalah :

- a. *Rapid sand filter* menggunakan media pasir (*single media*), antrasit dan pasir yang terpisah (*dual media*) dan pasir dan antrasit yang bercampur (*mixed media*).
- b. *Slow sand filter*, digunakan untuk pengolahan air tanpa melalui unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi.
- c. *Pressure filtration* dilakukan untuk air baku air tanah. Pompa distribusi yang memompa air dari filter akan menyebabkan kurangnya tekanan pada filter sehingga air bias mengalir ke filter. Keuntungan adalah menghemat pemompaan ganda.
- d. *Direct filtration* digunakan untuk pengolahan air baku dengan kadar kekeruhan yang rendah misal air baku dari instalasi pengolahan air buangan.

8. 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 dan lebih aman. Selain chlor yang dipakai sebagai desinfeksi,

ada beberapa jenis desinfeksi yang sering dilakukan yaitu : pemanasan, biasanya dilakukan terbatas pada skala kecil, sinar ultra violet tidak sempurna karena timbul endapan, getaran *ultrasonic*, ozon tidak bersifat karsinogenik tetapi harganya mahal.

9. Bangunan *reservoir* berfungsi untuk tempat penampungan air bersih sebelum didistribusikan dan tempat penampungan air bersih untuk instalasi.

2.8.2 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 CO₂ dan seterusnya. Beberapa alternatif proses pengolahan dengan air baku air tanah adalah sebagai berikut:

1. 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.
2. Air tanah yang sifatnya anaerobik, biasanya banyak mengandung unsur-unsur besi, mangan, amonia, dan H₂S. Sistem yang sesuai adalah aerasi yang berfungsi untuk mendapatkan oksigen, me-*remove* H₂S, CH₄ dan mereduksi konsentrasi CO₂.

2.9 Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui system 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 dan kemampuan atau tingkat social ekonomi masyarakat, sehingga dalam satu daerah layanan belum tentu semua penduduk terlayani.
2. Kebutuhan air, dimana 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 dalam sistem distribusi air bersih dibedakan menjadi :
 - a. Sambungan Halaman : yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke tiap-tiap rumah atau halaman.
 - b. Sambungan Rumah : yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke masing-masing utilitas rumah tangga.
 - c. Hidran umum : merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada suatu daerah tertentu untuk melayani 100 orang dalam setiap hidran umum.

- d. Terminal air : adalah distribusi air melalui pengiriman tangki-tangki air yang diberikan pada daerah-daerah kumuh, daerah terpencil atau daerah yang rawan air bersih.
- e. 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.

2.9.1 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.

2.9.2 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.

2.9.3 Pola Jaringan

Macam-macam pola jaringan sistem distribusi air bersih adalah sebagai berikut :

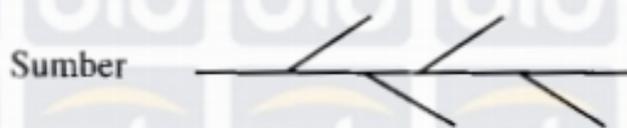
1. Sistem cabang adalah sistem pendistribusi air bersih yang bersifat terputus membentuk cabangcabang sesuai dengan daerah pelayanan.

Keuntungan :

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

Kerugian :

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



Sumber : “Rekayasa Lingkungan” oleh Penerbit Gunadarma, 2009.

Gambar 2.6 Sistem cabang

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

Keuntungan :

- a. Debit terbagi merata karena perencanaan diameter berdasarkan pada jumlah kebutuhan total.
- b. 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.
- c. Pengoperasian jaringan lebih mudah.



Sumber : “Rekayasa Lingkungan” oleh Penerbit Gunadarma, 2009.

Gambar 2.7 Sistem *loop*

Kerugian :

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

2.9.4 Perlengkapan Sistem Distribusi Air Bersih

Terdapat beberapa perlengkapan untuk menunjang sistem distribusi air bersih yaitu sebagai berikut :

1. *Reservoir* berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diolah dan memberi tekanan. Jenis reservoir meliputi : *Ground Reservoir* (bangunan

penampung air bersih di bawah permukaan tanah) dan *Elevated Reservoir* (bangunan penampung air yang terletak di atas permukaan tanah dengan ketinggian tertentu sehingga tekanan air pada titik terjauh masih tercapai).

2. 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 suatu daerah apabila terjadi kerusakan.
4. Meter air berfungsi untuk mengukur besar aliran yang melalui suatu pipa.
5. *Flow Restrictor* berfungsi untuk pembatas air baik untuk rumah maupun kran umum agar aliran merata.
6. Sok berfungsi untuk menyambungkan pipa pada posisi lurus. Sok dibedakan menjadi sok turunan (menghubungkan dua pipa yang mempunyai diameter berbeda) dan sok adaptor (menghubungkan dua pipa yang mempunyai tipe yang berbeda, misalnya PVC dengan GI)
7. 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.

8. *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.
9. Penyambung *gibault* dipakai khusus menyambung pipa asbesatos semen.
10. *Dop* dan *plug* berfungsi untuk menutup ujung akhir pada pipa.
11. *Bend* berfungsi untuk menyambung pipa yang posisinya membentuk sudut satu sama lainnya. Sudut *bend* yang tersedia : 9° , 45° , $22\frac{1}{2}$, $11\frac{1}{4}$.
12. *Tee* berfungsi untuk menyambung pipa bila ada percabangan tiga pipa yang saling tegak lurus.

2.9.5 Deteksi Kebocoran

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih tidak menutup kemungkinan terjadi kebocoran atau kehilangan air. Kehilangan air didefinisikan sebagai jumlah air yang hilang akibat pemasangan sambungan tidak tepat, terkena tekanan dari luar sehingga menyebabkan pipa retak atau pecah dan penyambungan liar.

Untuk mengetahui jika terjadi kebocoran yang tidak tepat misalnya air rembesan dari keretakan pipa, dapat diatasi dengan alat pendeteksi kebocoran yang disebut *Leak Detector*. Sedangkan upaya untuk mengurangi terjadinya kehilangan air yang lebih besar dalam perencanaan perencanaan sistem distribusi air dilakukan pembagian wilayah atau zoning untuk memudahkan pengontrolan kebocoran pipa, serta pemasangan meteran air.

2.10 Penelitian Terdahulu

1. Komalia, Kiki. (2012). *Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) Untuk Kota Pematang Siantar*. Medan : Universitas Sumatera Utara.

Kesimpulan : kapasitas air yang dibutuhkan masyarakat Kota Pematang Siantar sampai tahun 2022 yaitu sekitar 1,0014 m³/s, sedangkan kapasitas produksi saat ini 0,777 m³/s, sehingga kapasitas tambahan sebesar 0,224 m³/s.

2. Nasution, Hisbulloh. (2011). *Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) Untuk Kabupaten Mandailing Natal 20 Tahun Kedepan*. Universitas Sumatera Utara.

Kesimpulan : Kapasitas air yang dibutuhkan masyarakat Kabupaten Mandailing Natal dan pelanggan PDAM Tirta Madina sampai tahun 2031 yaitu sekitar 1,103 m³/s, sedangkan kapasitas produksi saat ini 0,067 m³/s, sehingga diperlukan lagi penambahan kapasitas air bersih sebesar 1,036 m³/s.

3. Maindoka, Jimly & Panjaitan, Hendra. (2011). *Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) Untuk Kota Pangkep 10 Tahun Kedepan*. Makassar : Universitas Hassanudin.

Kesimpulan : Berdasarkan pemakaian air bersih sampai tahun 2021 dalam hal ini konsumsi air bersih oleh penduduk ditambah dengan penggunaan air bersih untuk keperluan lainnya, maka total kebutuhan air bersih untuk penduduk Kota Pangkep sampai tahun 2021 adalah sebesar 0,15354m³/s, Sedangkan kapasitas air bersih yang dapat diproduksi oleh PDAM Pangkep

sekitar $0,090 \text{ m}^3/\text{s}$. Oleh karena itu PDAM Pangkep harus melakukan penambahan debit sebesar $0,063\text{m}^3/\text{s}$.

4. Utirahman, Arfan. (2009). *Analisa Kebutuhan Air Bersih Pelanggan PDAM Kabupaten Boalemo*. Gorontalo : Universitas Negeri Gorontalo.

Kesimpulan : *Based on guidance of NSPM Kimpraswil cleanness water distributed by PDAM Kabupaten Boalemo to brusque still be low, this thing is caused by because capacities IPA owned only 30 l/s, while required 54 l/s causing is required addition of kapaistas 14 l/dt to fulfill its the brusque cleanness amount of water required.*

5. Brahmanja. (2013). *Prediksi Jumlah Kebutuhan Air Bersih Bpab Unit Dalu - Dalu 5 Tahun Mendatang (2018) Kecamatan Tambusai Kab Rokan Hulu*.

Riau : Universitas Pasir Pangaraian.

Kesimpulan : Debit air bersih yang dibutuhkan untuk pelanggan BPAB Unit Kota Dalu-dalu padatahun 2018 sebesar $798,806 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dan jumlah pelanggan sebesar 808 pelanggan. Kapasitas resovoir BPAB Unit KotaDalu-Dalu sebesar $1.100 \text{ m}^3/\text{hari}$. Pada tahun 2018 kebutuhan air bersih bagi pelanggan BPAB Unit Kota Unit Dalu – Dalumasih dapat terpenuhi.

6. Theodolfi, Ragu. (2014). *Analisis Kebutuhan Air Bersih Kota Kupang Menurut Ketersediaan Sumber Air Bersih Dan Zona Pelayanan*. Makassar : Universitas Hassanudin.

Kesimpulan : *The results showed that water sources utilized by the community in Kupang city were 13 springs and 1 3artesian wellswith a service capacity that reached up to 296,26 Liter/second. Kupang City*

population projections up to 2030 reached 601.263 inhabitants with the average water needs until the year 2030 up to 695,9 Liters/second. The clean water service zones in Kupang city was divided into 8 service zones. In conclusion, the clean water capacity till the year 2030 is still not sufficient to cover the average standard of clean water that is required for the people of Kupang City.

7. Putri, Nessa Riana. (2015). *Analisis Willingness To Pay (WTP) Dan Kebutuhan Air Bersih Di Kota Pekanbaru*. Pekanbaru : Universitas Riau.

Kesimpulan : Total kebutuhan air bersih di Kota Pekanbaru untuk domestik pada kondisi normal tahun 2012 adalah sebesar 1720,61 lt/dt dan tahun 2032 sebesar 3946,64 lt/dt. Proyeksi kebutuhan ini lebih besar dari kapasitas produksi Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang ada saat ini, yaitu hanya 620 lt/dt.

8. Ridwan, Andry. (2014). *Studi Analisis Kebutuhan Air Sektor Nondomestik Kategori Hotel Di Wilayah Kecamatan Ujung Pandang*. Makassar : Universitas Hassanudin.

Kesimpulan : Dari hasil survey dan olah data didapat total kebutuhan air 23 hotel yang dijadikan objek penelitian yaitu sebesar 711986,5 liter/hari atau 4984,91 m³ /minggu (pada hari-hari biasa) dan 1078428,7 liter/hari atau 7550 m³ /minggu (pada kondisi maksimum).

9. Yiqin, Tong. (2011). *Research on Urban Eco-Environmental Water Requirements in Ningbo*. China : Ningbo University.

Kesimpulan : *Urban eco-environmental water requirements (UEEWR) is a new integrating concept, involving multi disciplinary content. Based on the present researches on UEEWR, this paper describes the efficient methods of calculation on UEEWR and takes the UEEWR calculation in Ningbo as an instance. In the paper, he author points out that a city's eco-environmental water requirements should include two parts: vegetation water requirement and river and lake water requirements. Though applying the calculation method and referring to related materials, including Landsat Image Map of Ningbo, History and Geography Book of Ningbo and Statistical Yearbook of Ningbo, etc, the author figures out that the annual UEEWR of Ningbo is $8.369,98 \times 10^4 m^3$.*

10. Ariyanto, Doni. *Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Ketersediaan Air Bersih di IPA Sumur Dalam Banjarsari PDAM Kota Surakarta Terhadap Jumlah Pelanggan*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.

Kesimpulan : Kebutuhan air bersih menurut tiap jenis pelanggan untuk tahun 2020 di wilayah pelayanan IPA sumur Dalam Banjarsari PDAM Kota Surakarta sebesar $Q = 1.539.981,24 m^3/tahun = 48,83 \text{ lt/det}$