

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kebutuhan Air Bersih

Air merupakan kebutuhan utama bagi setiap makhluk hidup, sehingga tanpa air dapat dipastikan tidak ada kehidupan. Selain untuk kebutuhan langsung seperti minum, mandi, dan aktivitas lainnya, air juga dibutuhkan oleh berbagai makhluk hidup yang lain untuk kehidupannya.

Standar kebutuhan air ada 2 (dua) macam yaitu: (PUPR, 1996)

a. Standar kebutuhan air domestik

Standar Penyediaan Air domestik ditentukan oleh jumlah konsumen domestik yang dapat diketahui dari data penduduk yang ada. Standar penyediaan kebutuhan domestik ini meliputi minum, mandi, masak, dan lain-lain. Kecenderungan meningkatnya kebutuhan dasar air ditentukan oleh kebiasaan pola hidup masyarakat setempat dan didukung oleh kondisi sosial ekonomi.

b. Standar kebutuhan air non domestik

Standar penyediaan air non domestik ditentukan oleh banyaknya konsumen non domestik yang meliputi fasilitas seperti perkantoran, kesehatan, industri, komersial, umum, dan lainnya. Konsumsi non domestik terbagi menjadi beberapa kategori yaitu :

- Umum, meliputi : tempat ibadah, rumah sakit, sekolah, terminal, kantor dan lain sebagainya
- Komersil, meliputi : hotel, pasar, pertokoan, rumah makan dan sebagainya.
- Industri, meliputi : peternakan, industri dan sebagainya.

2.1.1. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik diartikan sebagai kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga. Kebutuhan air dibedakan berdasarkan golongan umur untuk mengetahui jenis aktivitas yang dilakukan pada masing-masing kelompok umur yang mempengaruhi banyak sedikitnya kebutuhan air. Karena pada dasarnya kebutuhan air semakin meningkat seiring dengan peningkatan usia (Briawan *et al.*, 2011). Jumlah kebutuhan air domestik di Desa Sungai Rengas pada

saat ini dan proyeksi masa yang akan datang dapat dihitung berdasarkan jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan penduduk dan kebutuhan air perkapita.

Kebutuhan air domestik untuk kota dapat dibagi dalam beberapa kategori antara lain: (PU, 2000)

1. Kota kategori I (metro)
2. Kota kategori II (kota besar)
3. Kota kategori III (kota sedang)
4. Kota kategori IV (kota kecil)
5. Kota kategori V (desa)

Untuk mengetahui kriteria perencanaan air bersih dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1 Kriteria Perencanaan Air Bersih

No	Jenis Kota	Jumlah Penduduk(jiwa)	Kebutuhan Air Domestik rata-rata (l/j/h)
1	Metropolitan	$P > 1.000.000$	190
2	Kota besar	$500.000 < P < 1.000.000$	170
3	Kota sedang	$100.000 < P < 500.000$	150
4	Kota kecil	$20.000 < P < 100.000$	130
5	Kota kecamatan	$P < 20.000$	100

Sumber : Ditjen Cipta Karya PU, 1996

Berdasarkan jumlah penduduk, Desa Sungai Rengas tergolong dalam Kota Kecil dengan jumlah penduduk 22.559 jiwa. Kebutuhan air akan dikategorikan dalam kebutuhan air domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu untuk keperluan minum, memasak, mandi, cuci pakaian serta keperluan lainnya, sedangkan kebutuhan air non domestik digunakan untuk kegiatan komersil seperti industri, perkantoran, maupun kegiatan sosial seperti sekolah, rumah sakit, tempat ibadah, dan niaga.

2.1.2. Kebutuhan Air Non Domestik

Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik antara lain penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit ,sekolah dan tempat ibadah. Kebutuhan air non domestik menurut kriteria perencanaan pada Dinas PU dapat dilihat dalam **Tabel 2.2** dan **Tabel 2.3**.

Tabel 2.2 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kategori I, II, III, IV

No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Sekolah	10	liter/murid/hari
2	Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
3	Puskesmas	2000	liter/unit/hari
4	Masjid	3000	liter/unit/hari
5	Kantor	10	liter/pegawai/hari
6	Pasar	12000	liter/hektar/hari
7	Hotel	150	liter/bed/hari
8	Rumah Makan	100	liter/tempat duduk/hari
9	Rumah Militer	60	liter/orang/hari
10	Rumah Industri	0,2 – 0,8	liter/detik/hari
11	Rumah Pariwisata	0,1 – 0,3	liter/detik/hari

Sumber : Ditjen Cipta Karya PU, 2000.

Untuk mengetahui kebutuhan air non domestik untuk kriteria kategori V (Desa) dapat dilihat pada **Tabel 2.3**

Tabel 2.3 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kriteria Kategori V (Desa)

No	Parameter	Metro	Besar	Sedang	Kecil
1	Tingkat Pelayanan (Target)	100 %	100 %	100 %	100 %
2	Tingkat Pemakaian Air (lt/orang/hari)				
	*Sambungan Rumah (SR)	190	170	150	130
	*Hidran Umum (Kran Umum)	30	30	30	30

3	Kebutuhan Non Domestik		15% s/d 30% kebutuhan domestik
	*Industri (lt/orang/hari)		
	- Berat	0,5 – 1,00	
	- Sedang	0,25 – 0,50	
	- Ringan	0,1 – 1,00	
	*Komersial (lt/orang/hari)		
	- Pasar	400	
	- Hotel (lt/kamar/hari)	1000	
	~ Lokal		
	~ Internasional		
*Sosial dan Institusi			
- Universitas (lt/siswa/hari)			
- Sekolah (lt/siswa/hari)	20		
- Masjid (m ³ /hari/unit)	15		
- Rumah Sakit	1 s/d 2		
(lt/orang/hari)	400		
- Puskesmas (m ³ /hari/unit)	1 s/d 2		
- Kantor (lt/orang/hari)	0,01		
- Militer (m ³ /hari/unit)	10		
4	Kebutuhan Harian Rata-Rata	Kebutuhan Domestik + Non Domestik Kebutuhan rata-rata x 1,15-1,20 (faktor jam maksimum)	
5	Kebutuhan Harian Maksimum		
6	Kehilangan Air		* 20% x kebutuhan rata-rata * 30% x kebutuhan rata-rata Kebutuhan rata-rata x faktor jam puncak (165% s/d 200%)
	* Sistem Baru		
	* Sistem Lama		
7	Kebutuhan Jam Puncak		

Sumber : Ditjen Cipta Karya PU, 1996

2.2. Kehilangan Air

Kehilangan air adalah besarnya selisih air yang diproduksi dengan air yang didistribusikan. Nilai ini perlu diperhitungkan dalam pengolahan air karena dijadikan pedoman untuk melihat performance dari suatu instalasi pengolahan air minum. Semakin besar tingkat kehilangan air maka semakin buruk pula performance dari instalasi pengolahan. Penyediaan air minum dengan jaringan besar biasanya memiliki tingkat kehilangan air yang besar dan sebaliknya. Penyebab kehilangan air terbagi menjadi dua macam yaitu :

1. Teknis yaitu kehilangan air yang disebabkan oleh jaringan pipa yang sudah rusak, tua dan bocor, kerusakan meter air dan pengaliran air tidak tercatat oleh meter air.
2. Non-teknis yaitu kehilangan air yang disebabkan oleh keberadaan sambungan ilegal dan ketidakakuratan dalam pencatatan administratif.

Tingkat kehilangan air pada perencanaan ini untuk setiap tahap diperkirakan sebagai berikut :

1. Tahap I : 30 %
2. Tahap II : 25 %

2.3. Persyaratan Air Baku

Di Indonesia ketentuan mengenai persyaratan air baku mengacu pada PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dalam PP No 22 Tahun 2021, air diklasifikasikan menurut mutunya ke dalam empat kelas, yaitu: (lampiran VI)

1. Kelas 1, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk keperluan higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas 2, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk kolam renang, rekreasi, olahraga dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

3. Kelas 3, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk solus per aqua yang selanjutnya disingkat SPA yang kualitasnya dapat diperoleh dengan cara pengolahan maupun alami.
4. Kelas 4, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pemandian umum dengan menggunakan air alam tanpa pengolahan terlebih dahulu yang digunakan untuk kegiatan mandi, relaksasi, rekreasi, atau olahraga, dan dilengkapi dengan fasilitas lainnya.

2.4. Proyeksi Penduduk

Proyeksi kebutuhan air bersih dapat ditentukan dengan memperhatikan pertumbuhan penduduk untuk diproyeksikan terhadap kebutuhan air bersih sampai dengan lima puluh tahun mendatang atau tergantung dari proyeksi yang dikehendaki. Kebutuhan akan air bersih semakin lama semakin meningkat sesuai dengan semakin berkembangnya jumlah penduduk dimasa yang akan datang. Untuk suatu perencanaan diperlukan suatu proyeksi penduduk (termasuk juga fasilitas-fasilitas umum). Walaupun proyeksi bersifat ramalan dimana keberadaannya dan ketelitiannya bersifat subjektif, namun bukan berarti tanpa pertimbangan dan metode.

Dalam proyeksi penduduk ada beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu (Junaidi, 2015):

1. Jumlah populasi penduduk dalam suatu area
Bila perkembangan penduduk pada masa lampau tidak terdapat penurunan, maka proyeksi penduduk akan semakin teliti.
2. Kecepatan penambahan penduduk
Apabila angka kecepatan penambahan penduduk pada masa lampau semakin besar, maka proyeksi penduduk akan berkurang ketelitiannya.
3. Kurun waktu proyeksi
Semakin panjang kurun waktu proyeksi, maka proyeksi penduduk akan semakin berkurang ketelitiannya.

Data penduduk masa lampau sangat penting untuk menentukan proyeksi penduduk pada masa yang akan datang. Jadi pada dasarnya proyeksi penduduk pada masa yang akan datang sangat bergantung pada data penduduk saat sekarang

ataupun masa lampau. Dalam menghitung proyeksi penduduk, terdapat tiga metode, yaitu: (Junaidi & Jambi, 2015)

a. Metode Rata-rata Aritmatik

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + r(dn) \quad (2.1)$$

dimana :

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

P_o = jumlah penduduk pada awal proyeksi

r = rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun

dn = kurun waktu proyeksi

b. Metode Berganda (Geometrik)

Proyeksi dengan metoda ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda, dengan pertambahan penduduk. Metoda ini tidak memperhatikan adanya suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian mantap, disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + (1 + r)^{dn} \quad (2.2)$$

dimana:

P_o = Jumlah Penduduk mula-mula

P_n = Penduduk tahun n

dn = kurun waktu

r = rata-rata persentase tambahan penduduk pertahun

c. Metode Selisih Kuadrat Minimum (*Least Square*)

Metoda ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Dalam persamaan ini data yang dipakai jumlahnya harus ganjil. Rumusnya adalah:

$$P_n = a + (bt) \quad (2.3)$$

dimana:

t = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

$$a = \{(\sum p)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum p.t)\} / \{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}$$

$$b = \{n(\sum p.t) - (\sum t)(\sum p)\} / \{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}$$

Untuk menentukan metode yang dipakai untuk proyeksi penduduk, terlebih dahulu mencari nilai koefisien korelasi (r) untuk tiap - tiap metode. Untuk metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai 1 (satu), sesuai atau tidaknya analisa yang akan dipilih ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 (nol) sampai 1 (satu) maka metode itulah yang dipakai untuk memproyeksikan penduduk. Persamaan yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\}\{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}}} \quad (2.4)$$

1. Standar Deviasi

Untuk menentukan pilihan metode proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan dengan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran harus dilakukan analisa dengan menghitung standar deviasi. Standar deviasi adalah ukuran dari seberapa luas simpangan nilai dari nilai rata-rata (*mean*). Untuk menentukan metode proyeksi yang paling mendekati kebenaran terlebih dahulu perlu dihitung standar deviasi dari hasil perhitungan ketiga metode diatas.

$$S = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}{n-1} \text{ untuk } n > 20 \quad (1)$$

$$S = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}{n} \text{ untuk } n < 20 \quad (2) \quad (2.5)$$

Dimana:

S = standar deviasi

Y_n = variable independen Y

Y = data penduduk per tahun

n = jumlah data

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dilakukan dengan 3 metode yaitu metode aritmatika, metode geometri dan metode *least square*. Analisa perhitungan dari ketiga metode ini secara matematis dengan standar deviasi (τ). Jadi pemilihan dari ketiga metode ini adalah data yang nilai standar deviasinya terkecil pada proyeksi jumlah penduduk di Desa Sungai Rengas.

2.5. Unit Pengambilan Air Baku

Bangunan intake berfungsi sebagai penyadap atau penangkap air baku yang berasal dari sumbernya, dalam hal ini sungai. Adapun persyaratan lokasi penempatan dan konstruksi bangunan pengambilan air yang akan dibangun di Desa Sungai Rengas antara lain :

1. Penempatan bangunan pengambilan air berlokasi di tempat dimana tidak terdapat arus/aliran kuat yang dapat merusak *intake*.
2. Bangunan pengambilan air sebaiknya tertutup untuk mencegah masuknya sinar matahari yang bisa menstimulus pertumbuhan lumut atau ganggang di air ataupun pengotor-pengotor dari luar.
3. Bangunan *intake* harus kedap air.
4. Selama banjir, air tidak boleh masuk kedalam *intake*.
5. Kontruksi bangunan pengambilan air direncanakan dengan umur rencana yaitu 15 tahun.

Faktor utama sistem intake adalah rehabilitas, keamanan, operasi minimal dan biaya pemeliharaan. *Intake* hendaknya ditempatkan pada sungai sebagai sumber air permukaan. Sumber air baku berasal dari air sungai permukaan, maka sistem *intake* berupa *intake* sungai. Pemilihan tempat untuk intake sungai berdasarkan pada (Tambo, 1974) :

1. Menghasilkan kualitas air terbaik dengan penerapan prosedur untuk menghindari pencemaran sumber air.
2. Memperkirakan kemungkinan perubahan aliran dan arus sungai.
3. Meminimasi efek banjir, suspensi, dalam aliran.
4. Menyediakan akses untuk pemeliharaan dan perbaikan.
5. Menyediakan ruang cukup untuk kendaraan.
6. Membolehkan adanya penambahan fasilitas akan datang.
7. Menyimpan kuantitas air yang aman untuk musim kemarau.

8. Meminimalisasi efek fasilitas terhadap kehidupan aquatik.
9. Menghasilkan kondisi geologi yang layak.

2.6. Sistem Transmisi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan sistem transmisi adalah :

1. Sistem Pengaliran Air Baku

Cara untuk mengalirkan air dari sumber air baku ke reservoir di Desa Sungai Rengas dengan sistem pipa (*pipa line*), dimana air dialirkan melalui sistem perpipaan dengan tekanan lebih besar dari pada tekanan udara luar.

2. Tipe Pengaliran Jaringan Pipa Transmisi

Tipe pengaliran jaringan pipa pada sistem transmisi di Desa Sungai Rengas yaitu dengan menggunakan sistem perpompaan. Sistem ini digunakan karena elevasi sumber air lebih rendah dari elevasi *reservoir* sehingga memerlukan pompa untuk mengalirkan air baku menuju yang berasal dari sungai menuju *reservoir*.

3. Kapasitas yang dialirkan

Dalam sistem penyediaan air minum, yang perlu diperhatikan bukan hanya kualitas tetapi juga kuantitas, dalam arti air minum harus cukup untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

4. Penempatan Sistem Transmisi

Dalam menempatkan sistem transmisi, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perletakan dan penempatan sistem transmisi yaitu:

- a. Kondisi air yang dibawa.
- b. Kondisi lingkungan yang dilewati sebagai bahan pertimbangan adanya dampak bagi sistem transmisi, kondisi geologis yang dilewati dengan menghindari medan yang sulit.
- c. Pemilihan kontruksi yang paling ekonomis.

Sedikit mungkin menggunakan perlengkapan sistem.

2.7. Sistem Distribusi

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah

memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Strategi PDAM dalam meningkatkan kualitas air bersih untuk menunjang pembangunan pembangunan di kota wisata batu. Strategi tersebut adalah meningkatkan pelayanan air bersih bagi penduduk dengan cakupan minimal 80% dengan mengembangkan kelembagaan sektor air bersih, meningkatkan pendapatan dan meningkatkan efisiensi serta memperoleh keuntungan dengan cara meningkatkan kuantitas dan kualitas pelayanan air bersih dan menjaga daya dukung lingkungan sekitar (Joko, 2010).

Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidran kebakaran, tekanan residu, sistem pemompaan (bila diperlukan) dan *reservoir* distribusi. Sistem distribusi air minum terdiri atas perpipaan, katup-katup, dan pompa yang membawa air yang telah diolah dari instalasi pengolahan menuju pemukiman, perkantoran dan industri yang mengkonsumsi air. Juga termasuk dalam sistem ini adalah fasilitas penampung air yang telah diolah (*reservoir* distribusi), yang digunakan saat kebutuhan air lebih besar dari suplai instalasi, meter air untuk menentukan banyak air yang digunakan, dan keran kebakaran.

Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan. Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu.

Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu. Suplai air melalui pipa induk mempunyai dua macam sistem:

a. *Continuous system*

Dalam sistem ini air minum yang disuplai ke konsumen mengalir terus menerus selama 24 jam. Keuntungan sistem ini adalah konsumen setiap saat dapat memperoleh air bersih dari jaringan pipa distribusi di posisi pipa manapun. Sedang kerugiannya pemakaian air akan cenderung akan lebih boros dan bila terjadi sedikit kebocoran saja, maka jumlah air yang hilang akan sangat besar jumlahnya.

b. *Intermittent system*

Dalam sistem ini air bersih disuplai 2-4 jam pada pagi hari dan 2-4 jam pada sore hari. Kerugiannya adalah pelanggan air tidak bisa setiap saat mendapatkan air dan perlu menyediakan tempat penyimpanan air dan bila terjadi kebocoran maka air untuk *fire fighter* (pemadam kebakaran) akan sulit didapat. Dimensi pipa yang digunakan akan lebih besar karena kebutuhan air untuk 24 jam hanya disuplai dalam beberapa jam saja. Sedangkan keuntungannya adalah pemborosan air dapat dihindari dan juga sistem ini cocok untuk daerah dengan sumber air yang terbatas.

Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, *reservoir*, pompa dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Adapun sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut;

1. Cara Gravitasi

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

2. Cara Pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari *reservoir* distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup.

3. Cara Gabungan

Pada cara gabungan, *reservoir* digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat, misalnya saat terjadi kebakaran, atau tidak adanya energi. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompakan dan disimpan dalam *reservoir* distribusi. Karena *reservoir* distribusi digunakan sebagai cadangan air selama periode pemakaian tinggi atau pemakaian puncak, maka pompa dapat dioperasikan pada kapasitas debit rata-rata.

Sistem jaringan induk distribusi yang dipakai dalam pendistribusian air bersih ada dua macam, yaitu:

1. Sistem Cabang atau *Branch*

Pada sistem ini air hanya mengalir dari satu arah dan pada setiap ujung pipa akhir daerah pelayanan terdapat titik akhir (*dead end*), serta pipa distribusi tidak saling berhubungan. Area konsumen disuplai air melalui satu jalur pipa utama. Sistem ini biasanya digunakan pada daerah dengan sifat – sifat sebagai berikut :

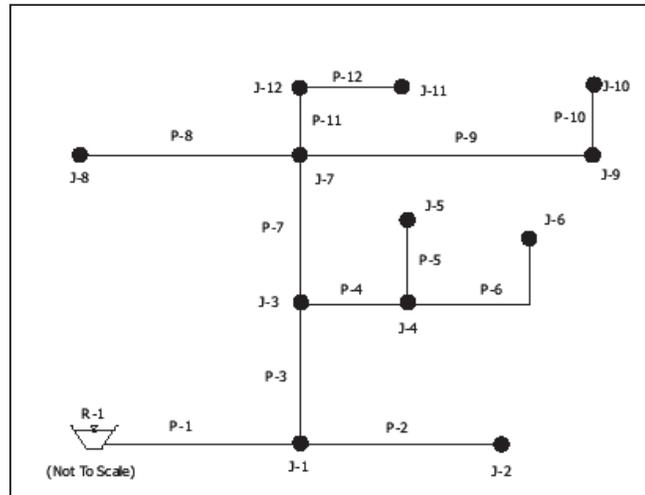
- a. Perkembangan kota ke arah memanjang.
- b. Sarangan jaringan tidak saling berhubungan.
- c. Keadaan topografi dengan kemiringan medan menuju satu arah.

Keuntungan sistem jaringan induk ini:

- a. Jaringan distribusi relatif lebih sederhana.
- b. Pemasangan pipa lebih murah.
- c. Penggunaan pipa lebih sedikit karena pipa distribusi hanya dipasang pada daerah yang paling padat penduduknya.

Kerugian sistem jaringan induk ini:

- a. Kemungkinan terjadinya penimbunan kotoran dan pengendapan diujung pipa tidak dapat dihindari, sehingga dilakukan pembersihan yang intensif untuk mencegah timbulnya bau.
- b. Bila terjadi kerusakan dan kebakaran pada salah satu bagian sistem, supply air akan terganggu.
- c. Kemungkinan tekanan air yang diperlukan tidak cukup bila ada sambungan baru.
- d. Keseimbangan sistem pengaliran kurang terjamin terutama terjadinya tekanan kritis pada bagian pipa yang terjauh.



Gambar 2.1 Pola Jaringan Distribusi Cabang

Sumber : (Joko, 2010)

2. Sistem Melingkar atau *Loop*

Pada sistem ini jaringan pipa induk distribusi saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk lingkaran-lingkaran, sehingga pada pipa induk tidak ada titik mati (*dead end*) dan air akan mengalir kesuatu titik yang dapat melalui beberapa arah. Sistem ini diterapkan pada :

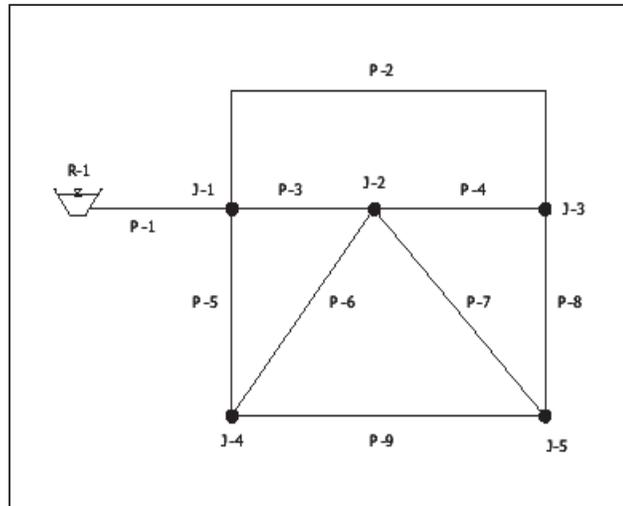
- a. Daerah dengan jaringan jalan saling berhubungan.
- b. Daerah dengan perkembangan kota cenderung ke segala arah.
- c. Keadaan topografi yang relatif datar.

Keuntungan sistem jaringan induk ini :

- a. Kemungkinan terjadinya penimbunan kotoran dan pengendapan kotoran dan pengendapan lumpur dapat dihindari (air dapat disirkulasi dengan bebas).
- b. Bila terjadi kerusakan, perbaikan atau pengambilan air untuk pemadam kebakaran pada bagian tertentu, maka *supply* air pada sistem bagian lainnya tidak terganggu.

Kerugian sistem jaringan induk ini :

- a. Sistem perpipaan lebih rumit.
- b. Perlengkapan pipa yang dipergunakan sangat banyak.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Distribusi *Loop*

Sumber : (Joko, 2010)

2.8. Kriteria Pipa

Pipa adalah saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran dan digunakan untuk mengalirkan air dengan tampang aliran penuh. Sistem jaringan pipa merupakan sistem jaringan pipa yang terjadi dari jaringan pipa transmisi dan jaringan pipa distribusi (Mokoginta et al., 2014).

Karakteristik pipa transmisi adalah sebagai berikut:

1. Durabilitas dan kondisi air yang dihantarkan
2. Ketahanan terhadap erosi dan korosi
3. Harga pipa dan biaya pemasangan
4. Jenis sambungan yang diperlukan, kekuatannya dan kemudahan konstruksi
5. Kondisi lokal (mudah didapat, bahan lokal dan biaya perawatan rendah)

Kriteria pipa transmisi dan distribusi seperti dalam tabel: **Tabel 2.4** (PU, 2007).

Tabel 2.4 Kriteria Pipa Transmisi dan Distribusi

No	Uraian	Kriteria Pipa Transmisi	Kriteria Pipa Distribusi
1	Debit Perencanaan (Qmax)	F max x Debit rata-rata	F max x Debit rata-rata
2	Faktor Harian Maksimum (Fmax)	1,1 – 1,5 liter/detik	1,15 - 3 liter/detik
3	Kecepatan Aliran dalam pipa	0,3 – 0,6 m/s	0,3 – 0,6 m/s
	Kecepatan minimum (Vmin) Kecepatan maksimum (Vmax)	0,3 - 4,5 m/s	0,3 – 4,5 m/s
4	Tekanan Air dalam Pipa		
	a. Tekanan minimum (Hmin) b. Tekanan Maksimum (Hmax)	1 atm	0,5-1,0 atm pada titik jangkauan terjauh
	Pipa PVC	6 – 8 atm	6 – 8 atm
	Pipa DCIP	10 atm	11 atm
	Pipa PE 100	12,4 atm	12,4 atm
	Pipa PE 80	9 atm	9 atm
6	Kecepatan Saluran Terbuka		
	a. Kecepatan minimum (Vmin) b. Kecepatan maksimum (Vmaks)	0,6 m/s 1,5 m/s	-
7	Kemiringan Saluran Terbuka	0,005 – 0,001	-
8	Tinggi bebas saluran terbuka	15 cm (minimum)	-

Untuk mengetahui kriteria jenis pipa transmisi dapat dilihat pada **Tabel 2.5**

Tabel 2.5 Kriteria Jenis Pipa Transmisi

No	Jenis Pipa	Keuntungan	Kerugian
1	Bambu	Murah, terdapat di pelosok	Cepat rusak, banyak bocor
2	PVC	Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air	Tekanan rendah
3	HDPE	Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, panjang mencapai 100 m tanpa sambungan kecil untuk diameter kecil	Tekanan Rendah
4	Baja, <i>Galvanized Iron</i>	Tekanan tinggi	Berat, transportasi dan instalasi lebih mahal

Sumber: Triatmadja, 2008

Untuk mengetahui koefisien kekasaran pipa dapat dilihat pada **Tabel 2.6**

Tabel 2.6 Koefisien Kekasaran

Jenis Pipa	C
Asbestos Cement	140
Brass tube	130
Cast Iron tube	100
Concrete tube	110
Copper tube	130
Corrugated Steel tube	60
Galvanized tubing	120
Glass tube	130
Lead piping	130
Plastic pipe	140
PVC pipe	150
General smooth pipe	140
Steel pipa	120
Steel riveted pipe	100
Tar coated cast iron tube	100
Tin tubing	130
Wood stave	100

Sumber : Ways, 2004

2.9. Dimensi Pipa

Sistem jaringan perpipaan di desain untuk membawa suatu kecepatan dan tekanan aliran tertentu. Dalam hal ini dimensi dan karakteristik pipa harus diperhatikan, sehingga kuantitas aliran dapat terpenuhi (Fathurrohman, 2012)., dalam menentukan dimensi pipa yang digunakan untuk kegiatan transmisi dan distribusi air (Joko, 2010) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Q = V \times A \quad (2.6)$$

Sehingga

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{\pi \times V}} \quad (2.7)$$

Dimana:

Q = Debit (m³/ detik)

V = Kecepatan pengaliran (m/detik)

A = Luas penampang pipa (m²)

D = Diameter pipa (m)

Secara umum pada jaringan perpipaan, jenis pipa yang sering digunakan PDAM adalah pipa HDPE. Penyebabnya adalah karena pipa HDPE memiliki kekuatan dan kelenturan yang tinggi, dengan tingkat keretakan rendah. Selain itu, jenis pipa ini memiliki sifat thermoplastik yang tak bisa berkarat, seperti yang terjadi pada pipa besi (Makawimbang et al., 2017). Namun, terkadang PDAM tetap harus menggunakan pipa GIP ketika jalur pipa rawan akan benturan mekanis (Eka et al., 2017).

2.10. Perlengkapan Pipa

Pada pipa distribusi juga diperlukan perlengkapan tambahan untuk pengairan air dalam sistem distribusi. Perlengkapan pipa distribusi antara lain: (Joko, 2010)

1. Katup udara (air valve)

Katup udara ini jarang digunakan pada sistem distribusi, karena katup udara hanya digunakan jika jembatan pipa dan jalur distribusi utama panjang. Katup udara berfungsi sebagai pelepas udara yang ada dalam pipa.

2. Penguras

Penguras ini berfungsi untuk mengeluarkan kotoran/ endapan yang terdapat di dalam pipa.

3. Hidran kebakaran (fire hydrant)

Hidran kebakaran ini digunakan sebagai sarana pengambilan air saat terjadi kebakaran, selain itu hidran kebakaran juga berfungsi sebagai penguras. Diameter pipa distribusi hidran kebakaran minimum 80 mm.

4. Gate valve

Gate valve pada sistem distribusi berfungsi sebagai pemisah pada suatu blok pelayanan (Fabbricino, 2005). Pada umumnya gate valve dipasang pada setiap percabangan pipa atau dipasang sebelum dan sesudah jembatan pipa, siphon, dan persimpangan jalan raya.

5. Perkakas (fitting)

Perkakas (tee, bend, reducer, dll) perlu disediakan dan dipasang pada perpipaan distribusi sesuai dengan keperluan di lapangan.

6. Peralatan kontrol aliran

Peralatan kontrol aliran berfungsi untuk menanggulangi terjadinya penyumbatan (clogging) dalam pipa. peralatan ini dipasang pada setiap jarak 200- 300 m. Dalam unit peralatan ini dilengkapi dengan gate valve dan perkakas tempat memasukkan alat pembersih ke dalam pipa serta tempat penggelontoran.

7. Jalur pipa tersier/ sekunder

Dalam sistem distribusi diperlukan pipa sekunder/ tersier (50- 80 mm) yang dipasang sejajar (sesuai dengan keperluan) dengan diameter pipa induk untuk tempat pemasangan pipa sambungan rumah.

2.11. Jenis-Jenis Intake

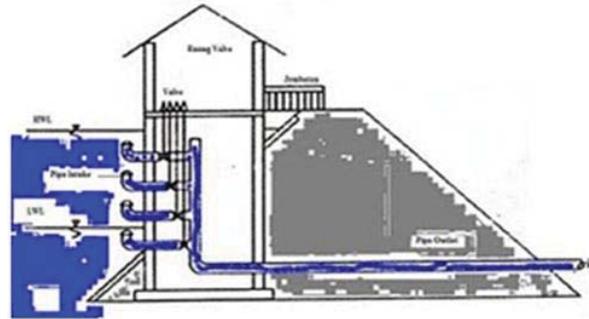
Intake adalah suatu bangunan yang berfungsi sebagai penangkap air baku yang berasal dari sumbernya atau badan air seperti sungai, reservoir dan kanal. Adapun dalam pemanfaatan air sungai, diperlukan bangunan penangkap air/intake untuk dapat menampung air agar dapat dialirkan melalui pipa distribusi ke daerah pelayanan sesuai debit yang diperlukan. Konstruksi intake disesuaikan menurut konstruksi bangunan air dan umumnya kualitas yang dimanfaatkan untuk pengolahan pada bangunan intake biasanya kurang baik namun secara kuantitas airnya cukup banyak. Bangunan ini dilengkapi dengan saringan kasar yang gunanya untuk memisahkan benda-benda kasar yang terapung atau terkena aliran agar tidak masuk dalam proses instalasi pengolahan dan mengganggu proses pengolahan yang kemudian air akan dialirkan melalui saluran pipa ke reservoir air baku.

Bangunan Intake terdiri dari 4 (empat) macam yaitu :

1. *Reservoir Intake (Intake Tower)*

Intake Tower terletak pada bagian pelimpahan atau dekat sisi bendungan. Pondasi menara (tower) terpisah dari bendungan dan dibangun pada bagian hulu. Menara terdiri atas beberapa inlet yang terletak pada ketinggian yang bervariasi untuk mengantisipasi fluktuasi tinggi muka air dapat mengalir secara gravitasi ke fasilitas penjernihan air, maka intake tower tidak diperlukan. kelebihan dari intake jenis ini adalah dapat mengambil air baku dengan jumlah

cukup walaupun dalam kondisi cuaca kering atau kemarau. Kekurangan dari intake ini adalah hanya dapat digunakan jika jumlah air hasil pengolahan masih tersimpan atau terkurung di dalam reservoir (belum terdistribusikan) tersebut serta harus selalu menambah biaya tambahan dalam pemeliharaan terhadap kualitas air dan tempat dari reservoir tersebut.

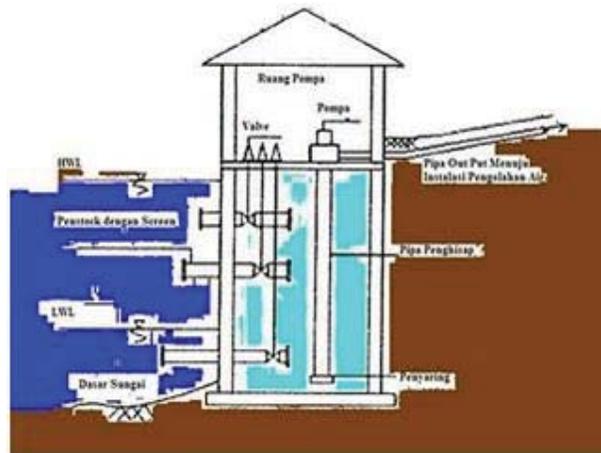


Gambar 2.3 *Reservoir Intake*

Sumber : Vishnawath, 2018

2. *River Intake*

River Intake terdiri atas sumur beton berdiameter 3 - 6 m yang dilengkapi 2 atau lebih pipa besar yang disebut penstock. Pipa-pipa tersebut dilengkapi dengan katup sehingga memungkinkan air memasuki intake secara berkala, Air yang terkumpul dalam sumur kemudian dipompa dan dikirim ke dalam instalasi pengolahan. *River Intake* terletak pada bagian hulu kota untuk menghindari pencemaran oleh air buangan, Kelebihan dari intake ini lebih ekonomis atau hemat biaya dalam penggunaannya untuk air sungai yang memiliki perbedaan level muka air yang cukup tinggi pada musim hujan dan musim kemarau. Kekurangan dari intake ini adalah lumpur dari sungai dapat dengan mudahnya untuk masuk ke dalam saluran intake. Lumpur tersebut dapat dibersihkan dan dihentikan dengan cara manual, yaitu menghentikan masuknya air ke dalam saluran intake tersebut.



Gambar 2.4 River Intake

Sumber : Vishnawath, 2018

3. Lake Intake

Lake Intake terdiri atas satu atau lebih pipa bell-mouthed yang dipasang di dasar danau. Bell-mouthed ditutup dengan saringan (screen). Sebagai penyangga pipa dibuat jembatan yang menghubungkan pipa dari danau menuju tempat pengolahan air. Kelebihan dari intake ini adalah dapat mengambil air baku pada kedalaman tertentu akibat kondisi biologis, fisik, maupun kimiawi sedangkan kekurangannya adalah lumpur yang terdapat pada danau akibat sedimentasi akan masuk kedalam pipa dan menyumbat pipa intake tersebut.

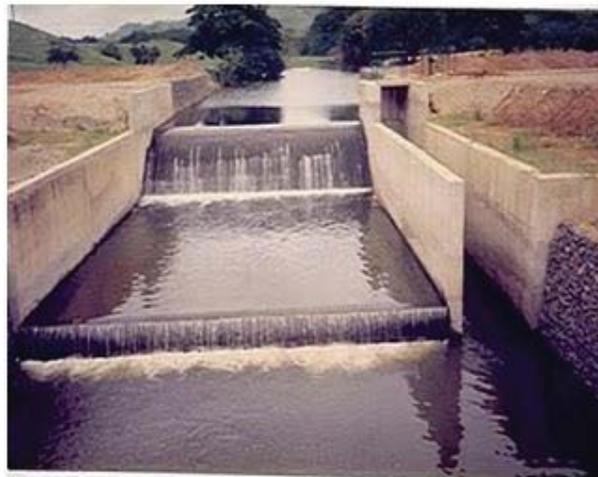


Gambar 2.5 Lake Intake

Sumber : Vishnawath, 2018

4. *Canal Intake*

Canal Intake terdiri atas sumur beton yang dilengkapi dengan pipa bell-mouthed yang terpasang menghadap ke atas. Terdapat saringan halus pada bagian atas untuk mencegah masuknya ikan-ikan kecil dan benda-benda terapung. Ruangan juga dilapisi dengan saringan dari kerikil. Kelebihan dari canal intake ini adalah karena ketinggian air lebih atau kurang konstan, maka tidak perlu menyediakan saluran masuk pada setiap kedalaman yang berbeda. Kekurangan dari penggunaan canal intake ini adalah tinggi muka air harus selalu di kontrol baik pada saat air masuk ke dalam intake, maupun air yang akan di keluarkan ke pipa pengolahan. Jika ketinggian air pada kanal ini tidak di kontrol, maka dapat menyebabkan banjir karena posisi intake ini biasanya setara ataupun lebih rendah dari sumber air baku yang akan membuat intake tidak bekerja maksimal.



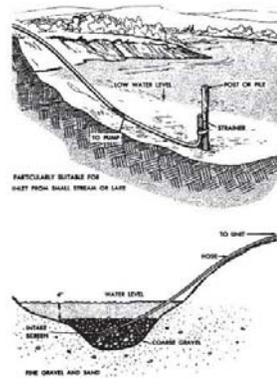
Gambar 2.6 *Canal Intake*

Sumber : Vishnawath, 2018

5. *Direct Intake*

Direct Intake digunakan bila muka air dari air baku sangat dalam. Tipe intake ini dapat digunakan jika kondisi sumber air baku, baik sungai ataupun danau yang memiliki muka air yang dalam dan kelebihan yang dapat diperoleh dari intake ini, yaitu dapat digunakan pada tanggul yang sangat resisten terhadap erosi dan sedimentasi. Kekurangan dalam penggunaan intake ini adalah membutuhkan biaya yang lebih mahal dibanding tipe lainnya, dikarenakan

penggunaannya untuk mengambil air baku didaerah perairan yang memiliki kedalaman yang sangat dalam.



Gambar 2.7 *Direct Intake*

Sumber : Vishnawath, 2018

2.12. Pompa

Pompa adalah mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat lain yang diinginkan. Pompa beroperasi dengan membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (suction) dengan bagian keluar (discharge). Pompa juga berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga penggerak menjadi tenaga kinetis kecepatan. Tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada di sepanjang aliran (Edwards, 1971).

Jenis pompa penyediaan air yang banyak digunakan adalah: jenis putar (pompa sentrifugal, pompa diffuser atau pompa turbin meliputi pompa turbin untuk sumur dan pompa submersibel untuk sumur dalam), pompa jenis langkah positif (pompa torak, pompa tangan, pompa khusus meliputi pompa vortex atau pompa kaskade, pompa gelembung udara atau air lift pump, pompa jet, dan pompa bilah). Efisiensi pompa umumnya antara 60 sampai 85% (Noerbambang, 2000). Berikut perhitungan daya pompa (Pugel dkk, 2015)

$$P = \frac{\rho \times g \times h \times Q}{\eta} \quad (2.8)$$

Keterangan : P = daya pompa ($kg\ m/detik$)

Q = debit ($m^3/detik$)

η = efisiensi pompa, diasumsikan 75%

ρ_w = berat jenis air ($997\ kg/m^3$)

2.13. Kehilangan Tekan

Tekanan terhadap aliran dalam pipa yang menyebabkan hilang tinggi tekanan tidak hanya disebabkan oleh panjang pipa, akan tetapi juga oleh perlengkapan pipa. Seperti adanya belokan atau katup yang menyerap energi dengan menimbulkan turbulensi yang relatif besar (Fathurrohman,2012). Macam- macam kehilangan tekanan pada distribusi air minum (Joko, 2010) adalah :

1. *Headloss* Mayor

Kehilangan energi akibat gesekan disebut juga kehilangan energi primer atau headloss mayor. Terjadi akibat adanya kekentalan zat cair dan turbulensi karena adanya kekasaran pipa dan akan menimbulkan gaya gesek yang akan menyebabkan kehilangan energi disepanjang pipa dengan diameter konstan pada aliran seragam. Kehilangan energi sepanjang satu satuan panjang akan konstan selama kekasaran dan diameter tidak berubah. Besarnya dapat ditentukan dengan rumus Chezy, rumus Hazen- William, dan sebagainya. Ada beberapa rumus yang dapat digunakan dalam menghitung headloss mayor, yaitu persamaan Hazen-William, dan persamaan Darcy Weisbach. Rumus kehilangan tekanan dapat ditulis menggunakan persamaan sebagai berikut:

a. Persamaan *Hazen-William*.

Persamaan ini umum dipakai untuk menghitung kehilangan tekanan pada pipa besar yaitu diatas 100 mm. Selain itu, persamaan Hazen-William umum digunakan karena lebih mudah dipakai. Persamaan Hazen William secara empiris menyatakan bahwa debit yang mengalir didalam pipa adalah sebanding dengan diameter pipa (d) dan kemiringan hidrolis (S) yang dinyatakan sebagai rasio antara kehilangan tekanan (hL) terhadap panjang pipa (L) atau $S = (hL/L)$. Faktor C yang menggambarkan kondisi fisik dari

pipa seperti kehalusan dinding dalam pipa yang menggambarkan jenis pipa dan umur. Secara umum rumus Hazen-William adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54} \quad (2.9)$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} \quad (2.10)$$

$$\Delta H = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,851} \times L \quad (2.11)$$

Dimana,

C = Koefisien Hazen-William

D = Diameter pipa dalam (m)

S = Kemiringan lahan

ΔH = Headloss Mayor (m)

L = Panjang pipa (m)

b. Persamaan Darcy Weisbach

Persamaan Darcy Weisbach diturunkan secara sistematis dan menyatakan bahwa: “Kehilangan tekanan sebanding dengan kecepatan kuadrat dari aliran air, panjang pipa dan berbanding terbalik dengan diameter”. Berikut ini adalah persamaan Darcy weisbach.

$$\Delta H = f \left(\frac{L}{d} \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right) \quad (2.12)$$

Dimana,

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

V = Kecepatan aliran (m/s)

F = Faktor gesekan

ΔH = Headloss Mayor (m)

2. Headloss Minor

Kehilangan energi akibat perubahan penampang dan aksesoris lainnya disebut juga kehilangan energi sekunder atau headloss minor. Ada berbagai macam faktor yang mempengaruhi kehilangan tekanan, diantaranya karena fitting, seperti belokan (bends), kontraksi, perbesaran dan gate valve dengan cara pengukuran perbedaan tekanan (pressure drop) yang terjadi pada fitting. Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung headloss minor:

$$H_{minor} = K \frac{V^2}{2g} \quad (2.13)$$

Dimana,

H_{minor} = Headloss minor (m)

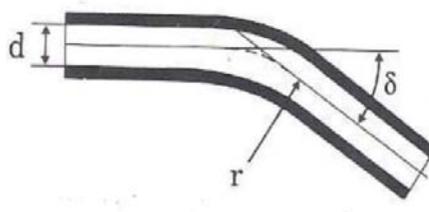
K = Koefisien kehilangan tekanan minor

V = Kecepatan aliran (m/s)

G = Percepatan gravitasi (m^2/s)

Besarnya nilai k tergantung pada bentuk gesekan yang menimbulkan kerugian tekanan dalam aliran pipa tersebut. Berikut adalah beberapa tipe kehilangan tekanan dalam pipa akibat adanya belokan (bend), aliran gabung (inlet connection), dan gate valve (Ways, 2004).

a. Kehilangan Tekanan Akibat Belokan (*Bend*)



Gambar 2.8 Belokan Pipa

Sumber : Ways, 2004

Dimana :

r = radius belokan pipa

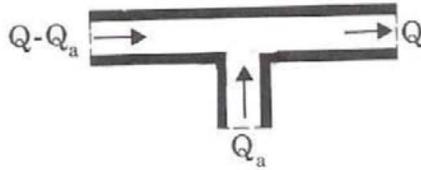
d = diameter pipa

Tabel 2.7 Konstanta k untuk Berbagai Sudut Belokan

r/d	1	1,5	2	3	4
$\delta = 22,5^\circ$	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08
$\delta = 45^\circ$	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15
$\delta = 60^\circ$	0,25	0,25	0,21	0,20	0,19
$\delta = 90^\circ$	0,33	0,33	0,27	0,26	0,26
$\delta = 130^\circ$	0,41	0,41	0,35	0,35	0,35

Sumber : *Ways*, 2004

- b. Kehilangan tekanan akibat aliran gabungan (inlet connection)



Gambar 2.9 Aliran Gabungan Dalam Pipa

Sumber : *Ways*, 2004

Dimana :

Q = total aliran dalam $m^3/detik$

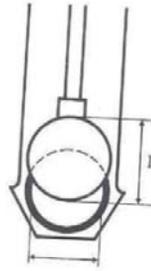
Q_a = aliran air yang bergabung ke pipa $m^3/detik$

Tabel 2.8 Konstanta k untuk Berbagai Sambungan Tee

Q_a/Q	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Kb	-0,6	-0,37	-0,18	-0,7	0,26	0,46	0,62	0,78	0,94
Kr	0	0,16	0,27	0,38	0,46	0,53	0,57	0,59	0,6

Sumber : *Ways*, 2004

c. Kehilangan tekanan akibat *gate valve*



Gambar 2.10 Aliran Gabungan dalam Pipa

Sumber : *Ways*, 2004

Tabel 2.9 Konstanta *k* untuk Berbagai Nilai *Gate Valve*

Pengaliran Gate 1/d	0	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
K	0,12	0,15	0,26	0,81	2,06	5,52	17	98

Sumber : *Ways*, 2004

2.14. Jaringan Pipa Transmisi

Fungsi dari saluran transmisi adalah untuk membawa air baku dari bangunan pengambilan air baku ke unit produksi, atau membawa air hasil olahan unit produksi ke reservoir. Saluran transmisi terbagi dalam dua jenis aliran :

1. Saluran transmisi untuk aliran bebas/ tidak bertekanan.
 2. Saluran transmisi untuk aliran bertekanan.
- A. Saluran transmisi untuk aliran bebas/ tidak bertekanan terdiri dari beberapa macam bentuk sebagai berikut :
- *Open Canals*
Saluran transmisi open canals biasanya terbuat dari beton bertulang. Potongan melintang saluran open canal berbentuk trapesium.
 - *Aqueduct*
Aqueduct adalah open canals yang disanggah oleh jembatan untuk membawa aliran air yang tidak bertekanan melewati lembah/jurang.
 - *Tunnels*
Tunnel adalah saluran air berbentuk canal namun tertutup. Jenis saluran air ini digunakan pada saat saluran open canal harus menembus bukit.

B. Saluran transmisi untuk aliran bertekanan.

Saluran transmisi untuk aliran yang bertekanan biasanya menggunakan pipa sebagai saluran pipa transmisi. Saluran transmisi untuk aliran yang bertekanan dapat membawa air melalui jalur yang turun-naik mengikuti kontour permukaan tanah yang dilewatinya. Pipa transmisi pada aliran bertekanan perlu memperhatikan titik yang paling tinggi dan titik yang paling rendah. Pada titik yang paling tinggi, udara akan terjebak didalamnya, yang akan menyebabkan penyumbatan aliran airnya. Untuk mengatasi hal tersebut, maka diperlukan penempatan katup pelepas udara (*air release valve*). *Air release valve* juga berfungsi untuk memasukkan udara ke dalam pipa agar dapat mempercepat aliran air pada saat pengurasan pipa. Sedangkan pada titik yang paling rendah pada jalur pipa bertekanan akan terkumpul kotoran yang terbawa oleh aliran air. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan penempatan katup penguras (*drain valve*).

Jaringan pipa transmisi di bagi menjadi 2, yaitu:

- Jaringan pipa transmisi air baku.
Berfungsi untuk mengalirkan air dari sumber air baku ke instalasi pengolahan air.
- Jaringan pipa transmisi air bersih/air minum.
Berfungsi untuk mengalirkan air bersih/air minum hasil olahan ke reservoir penampungan hasil pengolahan air atau dari reservoir induk (penampung hasil olahan) ke reservoir pembagi sebelum distribusi. (PU, 2016)

2.15. Jaringan Pipa Distribusi

Jaringan pipa distribusi air bersih/air minum berfungsi untuk mengalirkan air dari unit produksi (Reservoir) ke pelanggan. Jaringan distribusi menggunakan pipa dengan aliran yang bertekanan, dimana disepanjang perpipaannya dihubungkan dengan sambungan pelanggan. Jenis sambungan pelanggan dapat berupa Sambungan Rumah (SR), sambungan Hidran Umum (HU) maupun sambungan untuk pelanggan usaha komersial. Jalur pipa distribusi biasanya ditanam mengikuti jalur jalan yang ada. (PU, 2016)

2.16. Syarat Air Bersih

Berdasarkan SNI 03-7065-2005 Kriteria air bersih meliputi tiga aspek yaitu kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Disamping itu pula harus memenuhi persyaratan tekanan air.

a. Syarat Kualitas

Air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping.

b. Syarat Kuantitas

Air bersih yang masuk ke dalam bangunan atau masuk ke dalam sistem plambing harus memenuhi syarat dari aspek kuantitas, yaitu kapasitas air bersih harus mencukupi untuk berbagai kebutuhan bangunan tersebut. Untuk menghitung besarnya kebutuhan air bersih dalam bangunan didasarkan pada pendekatan jumlah penghuni bangunan dan jumlah unit beban alat plambing.

c. Syarat Kontinuitas

Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia yaitu air baku yang ada di alam. Artinya, 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.

2.17. EPANET

EPANET adalah program komputer yang secara luas melakukan periode simulasi dari hidrolika dan kualitas air dalam jaringan pipa bertekanan. Jaringan tersebut terdiri dari pipa, titik (persimpangan pipa), pompa, katup, dan tangki penyimpanan atau reservoir. EPANET menjalankan aliran air dalam tiap pipa, tekanan dari tiap titik, ketinggian air dari tiap tangki dan konsentrasi suatu zat sepanjang jaringan selama beberapa waktu periode simulasi. Dalam penambahan konsentrasi zat, umur air dan jaringan tambahan dapat juga disimulasikan.

Keistimewaan dari EPANET adalah pendekatan koordinat untuk memodelkan jaringan air dan kualitas air. Program dapat menghitung penyelesaian secara bersama untuk dua kondisi bersamaan.

Menjalankan program epanet dengan beberapa langkah :

A. Membuka Program dan Setting Program

1. Jalankan program epanet *Start – Program – Epanet 2w*
2. Setelah muncul Program Epanet, kemudian klik File lalu klik *New* atau klik *Open* kemudian klik dua kali nama file jika file tersebut sudah ada.
3. Buat file gambar untuk peta dasar yang akan dibuat eksisting pipa dengan file “BMP” (bila masih dalam JPG harus di *convert* dalam BMP) yang akan dibuat *loading* gambar pada epanet.
4. Masukkan gambar peta dalam bentuk BMP yaitu klik *View – Backdrop – Load* – tekan file gambar rencana.
5. Sebelum membuat jaringan suatu sistem, terlebih dahulu menyamakan ukuran satuan debit dan penentuan formula/rumus *headloss*, yaitu klik pada *Toolbar Browser* :
 - *Data – Options – Hydraulics*
 - Pada *Hydraulics* klik 2 kali, kemudian isi *flow unit* (LPS); *headloss formula* (H-W); *status report* (Yes).
 - *Data – Options – Times*, kemudian isi *total duration* 24 jam.

Note: untuk menampilkan menu browser dengan cara klik *Window – Browser*

B. Membuat Gambar Model Jaringan

Membuat jaringan sistem distribusi sesuai dengan sistem yang ada, menggunakan *Toolbars Map* yang tersedia dalam program epanet.

1. Klik *Toolbar Reservoir* dan letakkan pada gambar rencana
2. Klik *Toolbar Node/Juction* dan letakkan pada gambar rencana
3. Klik *Toolbar Pipa* dan hubungkan antar junction (tekan *junction* untuk node kemudian letakkan pada gambar rencana)
4. Kemudian diteruskan untuk reservoir, pipa, *valve*, pompa dan lain-lain.

C. Memasukkan Data

1. Setelah membuat jaringan sistem, kemudian mengisi masing-masing data pada junction, pipe, reservoirs, pump, tanks dll. Data yang diisi sesuai dengan sistem yang ada.
2. Membuat Time Patterns. Time pattern berisi faktor jam puncak (peak factor) fluktuasi pemakaian air per jamnya. Data – Patterns – Add

Pada Patterns editor, data yang harus diisi antara lain:

1. Nama Pattern (Pattern ID) → misal 1
2. Multiplier diisi faktor jam puncak. Faktor jam puncak (peak faktor) diisi berdasarkan fluktuasi pemakaian air.

Mengisi data Junctions. Pada Junction properties yang harus diisi antara lain:

1. Nama Junction (Junction ID)
2. Elevasi (*Elevation*) → dalam meter
3. Debit (*Base Demand*) → dalam Liter/detik
4. *Demand pattern* → diisi nama *pattern* yang sudah dibuat, misal 1

Note : untuk mengisi dengan cara klik 2 kali.

Mengisi data Pipa (*Pipe*). Pada *pipe* properties yang harus diisi antara lain:

1. Nama Pipa (*Pipe ID*) → misal P-1
2. Panjang pipa (*Length*) → dalam meter
3. Diameter Pipa → dalam mm
4. Koefisien kekasaran pipa (*roughness*) → 130 - 140 untuk cast iron, 120 untuk galvanis.

Note : untuk mengisi dengan cara klik 2 kali.

Mengisi data Reservoir. Pada Reservoirs properties yang harus diisi antara lain:

1. Nama Reservoir (Reservoirs ID) → misal R-1
2. Head Total (*Total Head*) → dalam meter

Note : untuk mengisi dengan cara klik 2 kali.

Bila dalam suatu sistem diperlukan pemompaan maka sebelum mengisi data pompa terlebih dahulu membuat kurva pompa. Data – *Curves* – *Add*. Pada *curve editor* diisi:

1. Nama Kurva (*Curve ID*), misal p-1
2. Type kurva yang akan dibuat, karena membuat kurva pompa maka diisi tipe pompa (*type curve: pump*)
3. Diisi debit (*flow*) dalam Liter/detik dan Tekanan dalam meter.
4. Klik OK

Mengisi data Pompa (*Pump*). Pada *Pump properties* yang harus diisi antara lain:

1. Nama Pompa (*Pump ID*) → misal Pump-1
2. Kurva pompa (*Pump curve*) → diisi sesuai dengan kurva pompa yang sudah dibuat, misal p-1

D. Run Data dan Model

1. Setelah semua selesai tekan *RUN* (berbentuk gambar kilat)
2. Apabila *RUN SUCCESSFULL* maka dilanjutkan dengan penampilan data dan pengecekan data apakah sudah sesuai standart yang ditetapkan.
3. Penampilan hasil entri data dalam bentuk table Klik *Report – Table – Type (network node dan network links) – Columns* (dipilih data yang akan ditampilkan) – OK
4. Pengecekan data

Data yang dicek meliputi kecepatannya, headloss, pressure tiap node maupun pipa dan lain-lain. Apabila masih terdapat data yang tidak sesuai dengan standar maka isian untuk junction, pipa dll dapat dirubah hingga didapatkan data yang sesuai dengan standar. Kemudian dilakukan *RUN* dan ditampilkan lagi hasil entri data.

Bila BELUM *SUCCESS* dicari kekurangannya, bisa dalam penambahan pompa pada pipa, peningkatan debit, pengubahan diameter pipa dan lain-lain.