

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Sistem distribusi air merupakan sistem penyaluran air yang berhubungan langsung kepada pelanggan atau pengguna air, yang berfungsi membagikan atau mendistribusikan air melewati jaringan perpipaan dari bangunan pengolahan menuju tempat pelayanan, tentunya air yang didistribusikan telah memenuhi persyaratan. Mengenai hal yang mendapat perhatian khusus sistem distribusi ialah ketersediaan jumlah atau sumber air dan tekanan yang terdapat pada pipa dapat memenuhi dari persyaratan.

Menurut Peraturan Pemerintah (Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum), menjelaskan bahwa kegiatan mengembangkan sistem penyediaan air minum berkaitan dengan ketersediaan dan kesiapan sarana prasarana SPAM dalam mencukupi kuantitas, kadar air, dan berkelanjutan. SPAM jaringan perpipaan meliputi:

1. Unit Air Baku

Media atau tempat pengambilan air baku disebut unit air baku, air yang dikonsumsi oleh masyarakat secara tidak langsung berasal dari air unit air baku. Unit air baku yang dimaksud ialah tempat penampung air, tempat pengambilan, sistem pompa, bangunan pembawa dan penunjang lainnya.

2. Unit Produksi

Infrastruktur yang digunakan pada pembuatan air baku yang berubah keadaan menjadi air minum merupakan unit produksi. Unit produksi mencakup bangunan pengolahan, alat perlengkapan operasional, bangunan penampung, perlengkapan pengukuran hingga pemantauan.

3. Unit Distribusi

Sarana atau media yang digunakan untuk pengaliran air minum dari suatu tempat penampungan kepada unit pelayanan merupakan pengertian dari unit distribusi. Unit distribusi mencakup bangunan atau tempat penampung, jaringan distribusi, perlengkapan pengukuran hingga pemantauan dan perlengkapan.

4. Unit Pelayanan

Titik pengambilan air disebut unit pelayanan, pada titik tersebut pelanggan atau

konsumen langsung memperoleh air, seperti pada sambungan langsung, hidran umum, dan hidran kebakaran.

Menurut Peraturan Menteri PU (Nomor 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air minum), merancang suatu denah (lay-out) pada sistem distribusi sudah semestinya memenuhi beberapa ketentuan berikut:

1. Denah atau skema suatu sistem distribusi bisa ditentukan oleh kondisi topografi dan lokasi instansi pengolahan air.
2. Jenis sistem pengaliran air yang digunakan harus berdasarkan topografi wilayah.
3. Jika kondisi studi tersebut tidak dapat dipasang sistem gravitasi, maka sebaiknya menggunakan gabungan sistem gravitasi dan pompa. Apabila seluruh wilayah memiliki permukaan datar, digunakan sistem pompa kemudian dikombinasikan dengan menara air, atau dengan menambahkan pipa penguat.
4. Apabila terdapat perbedaan permukaan tanah yang sangat besar, maka daerah pelayanan bisa dibagi menjadi bagian-bagian yang kecil.

2.2 Pertumbuhan Penduduk

Menurut Peraturan Menteri PU (No 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum), proyeksi penduduk menentukan pemakaian kebutuhan air. Proyeksi penduduk yang dilakukan dengan interval 5 tahun dalam periode perencanaan. Ada beberapa metode untuk memprediksi berapa jumlah penduduk diantaranya dengan menggunakan metode aritmatik, geometrik, regresi linier, eksponensial.

2.2.1 Metode Aritmatika

Metode ini mengasumsikan berdasarkan angka kenaikan penduduk rata-rata setiap tahunnya. Adapun rumus yang digunakan dalam metode ini adalah ;

$$P_t = P_o \cdot (1 + n \cdot r) \quad (2.1)$$

Keterangan :

P_t = Jumlah penduduk pada akhir periode t (orang)

- P_0 = Jumlah penduduk pada awal periode t (orang)
 n = Jangka waktu / tahun proyeksi
 r = Tingkat pertumbuhan penduduk

2.2.2 Metode Geometrik

Metode ini didasarkan pada perbandingan pertumbuhan penduduk rata-rata. Rumus yang digunakan dalam metode ini adalah:

$$P_t = P_0 \cdot (1 + r)^n \quad (2.2)$$

Keterangan:

- P_t = Jumlah penduduk pada akhir periode t (orang)
 P_0 = Jumlah penduduk pada awal periode t (orang)
 n = Jangka waktu / tahun proyeksi
 r = Tingkat pertumbuhan penduduk

2.2.3 Metode Eksponensial

Metode ini didasarkan pada jumlah penduduk pada akhir tahun suatu periode waktu dari daerah yang bersangkutan. Rumus yang digunakan pada metode ini adalah:

$$P_t = P_0 \times e^{r \cdot n} \quad (2.3)$$

Keterangan:

- P_t = Jumlah penduduk pada akhir periode t (orang)
 P_0 = Jumlah penduduk pada awal periode t (orang)
 n = Jangka waktu / tahun proyeksi
 r = Tingkat pertumbuhan penduduk
 e = Bilangan eksponensial (2,718282)

Dalam menentukan proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan, diperlukan analisis simpangan terkecil sebagai hasil perhitungan data yang paling mendekati kebenarannya.

Rumus perhitungannya :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Xi - Xr)^2}{(n - 2)}} \quad (2. 4)$$

Keterangan :

Sd = Simpangan baku (Standar deviasi)

Xi = Nilai data

Xr = Nilai data rata-rata

n= Jumlah data

Setelah dilakukan perhitungan standart deviasi dari masing –masing metode dengan menggunakan rumus diatas, selanjutnya dipilih nilai standart deviasi yang terkecil.

Selain standart deviasi yang digunakan sebagai acuan pemilihan metode proyeksi jumlah penduduk juga dihitung korelasi data penduduk dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n(\sum x^2) - (\sum x)^2)(n(\sum y^2) - (\sum y)^2)}} \quad (2. 5)$$

Keterangan:

r = Koefisien korelasi

x = Tahun ke-n proyeksi

y = Jumlah penduduk

2.3 Kebutuhan Air

Kebutuhan air merupakan jumlah air yang diperlukan bagi kebutuhan dasar/suatu unit konsumsi air, dimana kehilangan air dan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran juga diperhitungkan. Kebutuhan dasar dan kehilangan tersebut berfluktuasi dari waktu ke waktu, dengan skala jam, hari, minggu, bulan selama kurun waktu satu tahun. Besarnya air yang digunakan untuk berbagai jenis penggunaan tersebut dikenal dengan pemakaian air. Ada beberapa metode proyeksi kebutuhan air sebagai berikut:

2.3.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan

sehari-hari seperti memasak, minum, mencuci. Kebutuhan ini merupakan kebutuhan yang penting untuk menganalisa kebutuhan penyediaan di masa mendatang yang didasarkan pada analisis jumlah penduduk pada tahun perencanaan. Standar kebutuhan yang digunakan berdasarkan ketentuan yang berlaku, seperti SNI, PU dan standar lain yang disyaratkan sebagaimana Tabel 2.1

Tabel 2. 1Tingkat konsumsi / pemakaian air rumah tangga sesuai kategori kota

Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air (lt/org/hari)
Kota Metropolitan	>1.000.000	150 – 200
Kota Besar	500.000 – 1.000.000	120 – 150
Kota Sedang	100.000 – 500.000	100 – 120
Kota Kecil	20.000 – 100.000	90 - 110
Semi Urban (ibukota kecamatan/desa)	3.000 – 20.000	60 - 90

(Sumber: SNI 6728.1:2015)

Kebutuhan air untuk rumah tangga (domestik) dihitung berdasarkan jumlah penduduk tahun perencanaan. Kebutuhan air minum untuk daerah domestik ini dilayani dengan sambungan rumah (SR) dan hidran umum (HU)

Tabel 2. 2 Klasifikasi Kebutuhan Air

URAIAN	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduknya				
	Kota Metropolitan	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	2	3	4	5	6
1. Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/orang/hari)	> 150	150 - 120	90 - 120	80 - 120	60 - 80
2. Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/orang/hari)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3. Konsumsi Unit non Domestik					
a. Niaga Kecil (liter/unit/hari)	600 - 900	600 - 900		600	
b. Niaga Besar (liter/unit/hari)	1000 - 5000	1000 - 5000		1500	
c. Industri Besar (liter/detik/ha)	0.2 - 0.8	0.2 - 0.8		0.2 - 0.8	
d. Pariwisata (liter/detik/ha)	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3		0.1 - 0.3	
4. Kehilangan Air (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
5. Faktor Hari Maksimum	1.15 - 1.25 *Harian	1.15 - 1.25 *Harian	1.15 - 1.25 *Harian	1.15 - 1.25 *Harian	1.15 - 1.25 *Harian
6. Faktor Jam Puncak	1.75 - 2.0 *Harian	1.75 - 2.0 *Harian	1.75 - 2.0 *Harian	1.75 *Harian	1.75 *Harian
7. Jumlah Jiwa per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8. Jumlah Jiwa per HU (Jiwa)	100	100	100	100 - 200	200
9. Sisa Tekan Di penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
10. Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11. Volume Reservoir (% Max Day Demand)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
12. SR : HU	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	90

(Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU, 1996)

Dari kriteria diatas maka kebutuhan air domestik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

- a. Kebutuhan Air Sambungan Rumah (SR)

$$SR = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Konsumsi SR} \times \text{Presentase SR}$$

- b. Kebutuhan Air Hidran Umum (HU)

$$HU = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Konsumsi HU} \times \text{Presentase HU}$$

Keterangan:

$$SR = \text{Sambungan Rumah (lt/dt)}$$

$$HU = \text{Hidran Umum (lt/dt)}$$

2.3.2 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan non domestik didasarkan pada jumlah data sarana umum, sosial, tempat ibadah, perdagangan, industri, perkantoran dll yang berada di daerah perencanaan, jika tidak terdapat data yang valid dapat dilakukan dengan pendekatan sebesar 15-30% kebutuhan domestiknya. Sebagai standar kebutuhan non-domestik seperti tabel 2.

Tabel 2.3 Kebutuhan Air Non Domestik

No	Parameter	Metro	Besar	Sedang	Kecil
1	Tingkat Pelayanan (Target)	100%	100%	100%	80%
2	Tingkat Pemakaian Air (lt/orang/hari): * Sambungan Rumah (SR) * Hidran Umum (Kran Umum)	190 30	170 30	150 30	130 30
3	Kebutuhan Non Domestik * Industri (lt/orang/hari) - Berat - Sedang - Ringan * Komersial (lt/orang/hari) - Pasar - Hotel (lt/kamar/hari) ~ lokal ~ Internasional * Sosial dan Institusi - Universitas (lt/siswa/hari) - Sekolah (lt/siswa/hari) - Masjid (m ³ /hari/unit) - Rumah Sakit (lt/orang/hari) - Puskesmas (m ³ /hari/unit) - Kantor (lt/orang/hari) - Militer (m ³ /hari/unit)	0,5-1,00 0,25-0,50 0,1-1,00 400 1000		15% s/d 30% (kebutuhan domestik)	
4	Kebutuhan Harian rata-rata	Kebutuhan Domestik + Non Domestik			
5	Kebutuhan Harian Maksimum	Kebutuhan rata-rata x 1,15-1,20 (faktor jam maksimum)			
6	Kehilangan Air * Sistem Baru * Sistem Lama	* 20% x kebutuhan rata-rata * 30% x kebutuhan rata-rata			
7	Kebutuhan Jam Puncak	Kebutuhan rata-rata x faktor jam puncak (165% s/d 200%)			

(Sumber: DPU Dirjen Cipta Karya)

2.3.3 Kebutuhan Harian Rata-Rata

Kebutuhan harian rata-rata merupakan gabungan dari kebutuhan domestic dan kebutuhan non domestik.

$$Q_{rt} = Q_d + Q_{nd} \quad (2.5)$$

Keterangan :

Q_{rt} = Kebutuhan Harian Rata-Rata (lt/dt)

Q_d = Kebutuhan Domestik (lt.dt)

Q_{nd} = Kebutuhan non-domestik (lt/dt)

2.3.4 Kehilangan Air

Kehilangan Air adalah selisih antara penyediaan air (water supply) dengan konsumsi/pemakai air (water consumption). Pengertian mengenai kehilangan air ada tiga macam:

1. Kehilangan Air Rencana (unaccounted for water)

Dialokasikan untuk kelancaran operasi dan pemeliharaan fasilitas penyediaan air bersih. Yang akan diperhitungkan dengan penetapan harga air yang mana biasanya akan dibebankan kepada pemakai air (konsumen).

2. Kehilangan Air Percuma (leakage atau wastage)

Kehilangan air percuma adalah penggunaan dan pengelolaan air yang tidak terkendali. Kehilangan air ini diharapkan dapat diperkecil dengan penggunaan fasilitas secara baik dan benar.

3. Kehilangan Air Insidental

Kehilangan air insidental adalah kehilangan yang diluar kekuasaan manusia, misalnya bencana alam. Besarnya kehilangan air umumnya diambil pada suatu nilai (15-25%) dari total kebutuhan air domestik dan non domestik.

Kehilangan air merupakan komponen yang harus dimasukkan dalam debit rencana kebutuhan air. Besarnya kehilangan air didasarkan pada data dilapangan atau dapat ditetapkan sebesar (20-25)% kebutuhan harian rata-rata.

$$Q_{ha} = (20 - 25)\% \times Q_{rt} \quad (2. 6)$$

Keterangan :

Q_{ha} = Kehilangan Air (lt/dt)

Q_{rt} = Kebutuhan rata-rata harian (lt/dt)

2.3.5 Debit Rencana Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan rencana air bersih ditentukan berdasarkan jumlah kebutuhan domestic, kebutuhan non domestic, kebutuhan hidran umum dan kebutuhan kehilangan air.

$$Q_r = Q_d + Q_{nd} + Q_{hu} + Q_{ha} \quad (2. 7)$$

Keterangan :

- Q_r = Debit Rencana Kebutuhan Air Bersih
 Q_d = Kebutuhan domestik (lt/dt)
 Q_{nd} = Kebutuhan non-domestik (lt/dt)
 Q_{hu} = Hidran umum (lt/dt)
 Q_{ha} = Kehilangan Air (lt/dt)

2.3.6 Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Faktor Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak adalah istilah yang berkaitan dalam pola pemakaian air. Kebutuhan harian maksimum merupakan jumlah pemakaian terbanyak dalam satu hari selama satu tahun. Debit pemakaian hari maksimum digunakan sebagai acuan dalam membuat sistem transmisi air baku atau air minum.

Sedangkan faktor jam puncak merupakan jam dimana terjadi pemakaian air terbesar dalam 24 jam. Faktor jam puncak (F_p) mempunyai nilai yang berbalik dengan jumlah penduduk. Semakin tinggi jumlah penduduk maka besarnya factor jam puncak akan semakin kecil. Faktor jam puncak digunakan untuk menentukan besarnya debit yang dibutuhkan pada pipa distribusi.

a) Faktor Hari Maksimum

$$Q_{max} = f_{max} \times Q_r \quad (2.8)$$

Keterangan :

Q_{max} = Kebutuhan air harian maksimum (lt/dt)

F_{max} = Faktor harian maksimum ($1 < f_{max.hour} < 1,5$)

Q_r = Kebutuhan rata-rata harian (lt/dt)

b) Faktor Jam

$$Q_{peak} = f_{peak} \times Q_r \quad (2.9)$$

Keterangan :

Q_{peak} = Kebutuhan air jam maksimum (lt/dt)

F_{peak} = Faktor fluktuasi jam maksimum (1,5 – 2,5)

Q_{max} = Kebutuhan air harian maksimum (lt/dt)

2.4 Fluktuasi Konsumsi Kebutuhan Air

Satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap jumlah kebutuhan air yaitu perubahan musim, umumnya pada musim kemarau kebutuhan air meningkat diakibatkan suhu yang relatif lebih panas. Menurut Ditjen Cipta Karya, kebutuhan air harian maksimal 38% diatas rerata kebutuhan. Setiap hari kebutuhan air mengalami fluktuasi. Meningkatnya kebutuhan air dimulai dari pukul 04.00 dan akan mencapai puncaknya pada pukul 06.00, dikarenakan pada jam tersebut aktivitas warga seperti mandi, bersih-bersih, mencuci akan meningkat. Pukul 07.00, orang akan mulai berkerja dan melakukan kegiatan lainnya, pada jam setelahnya tidak banyak aktifitas yang membutuhkan air, sehingga jam tertentu didapatkan kebutuhan air oleh masyarakat akan relatif rendah. Setelah pukul 16.00 aktivitas yang menggunakan air akan kembali meningkat karena masyarakat mulai kembali ke rumah setelah beraktivitas seharian, sehingga akan melakukan mandi dan bersih-bersih, dapat disimpulkan pada pukul 16.00 hingga pukul 19.00 kebutuhan air kembali meningkat (Triatmadja, 2016)

Berdasarkan Triatmadja (2016: 201) ditarik kesimpulan dari data-data hasil survei kebutuhan air, terlampir pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2.4 Koefisien Tingkat Pemakaian Air Tiap Jam

Jam	Koefisien	Jam	Koefisien	Jam	Koefisien
1.00	0	9.00	0.86	17.00	2.29
2.00	0	10.00	1.14	18.00	1.14
3.00	0.29	11.00	1.43	19.00	1.14
4.00	0.57	12.00	1.43	20.00	0.86
5.00	1.14	13.00	1.71	21.00	0.57
6.00	1.71	14.00	1.43	22.00	0.57
7.00	2	15.00	0.86	23.00	0
8.00	1.14	16.00	1.71	24.00	0

Sumber: (Triadmaja 2016)

Terdapat tiga golongan klasifikasi tingkat kebutuhan air pada masyarakat yaitu:

1. Kebutuhan air rata-rata, merupakan hasil dari total kebutuhan domestik dan non domestik ditambah dengan kehilangan air
2. Kebutuhan harian maksimum, merupakan kebutuhan air tertinggi pada hari tertentu dalam kurun satu tahun. Kebutuhan harian maksimum didapat dari kebutuhan air rata-rata dikalikan dengan faktor harian maksimum. Dimana faktor harian maksimum merupakan faktor debit terbesar yang mengalir pada satu hari dalam kurun waktu satu tahun. Kebutuhan air harian maksimum dibutuhkan untuk merencanakan volume tampungan (reservoir).
3. Kebutuhan air pada jam puncak, yaitu pemakaian air tertinggi pada jam-jam tertentu selama periode satu hari. Faktor fluktuasi sangat mempengaruhi besarnya dimensi pipa distribusi dalam sistem distribusi. Jam maksimum pada setiap kota selalu berbeda tergantung pada pola konsumsi masyarakatnya. Apabila suatu wilayah didominasi oleh pemukiman, maka faktor jam puncak akan semakin besar.

2.5 Sistem Jaringan Perpipaan

Jaringan perpipaan adalah suatu rangkaian pipa yang secara hidrolis saling terhubung. Apabila salah satu pipa mengalami perubahan debit maka akan mempengaruhi pipa-pipa lain. Penggunaan jaringan perpipaan pada bidang teknik sipil yaitu pada sistem distribusi air bersih. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan yang sangat teliti untuk memperoleh sistem jaringan distribusi yang efisien. Jumlah atau debit air yang disediakan tergantung pada jumlah penduduk dan macam industry yang dilayani. Triatmodjo, (2008:91)

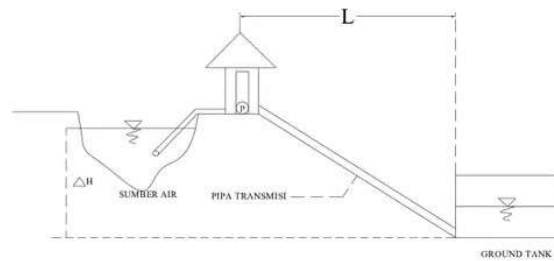
2.5.1 Sistem Jaringan Pipa Transmisi

Jaringan pipa transmisi berfungsi untuk mengalirkan air dari sumber air menuju titik awal sistem distribusi. Jarak anantara sumber air ke area pelayanan pelanggan yang menggunakan jaringan distribusi memiliki panjang pipa yang bervariasi, tergantung di titik mana lokasi sumber air berada. Ditinjau dari cara pengaliran pada sistenm jaringan transmisi, air dapat dialirkan dengan 2 cara yaitu:

1. Sistem Transmisi Gravitasi

Sistem transmisi gravitasi merupakan sistem yang digunakan dalam

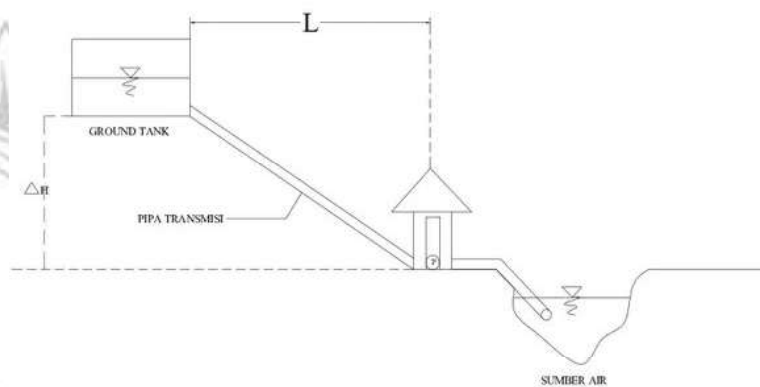
mengalirkan air ke reservoir atau tempat penampungan dengan cara gravitasi yang mana jika sumber air lokasinya lebih tinggi dari tempat penampungan, sehingga tinggi tekan yang dihasilkan mencukupi untuk mengalirkan air menuju tempat penampungan.



Gambar 2. 1 Sistem Transmisi Gravitasi

2. Sistem Transmisi Pompa

Sistem transmisi pompa merupakan sistem yang digunakan dalam mengalirkan air ke reservoir atau tempat penampungan dengan bantuan alat pompa, dikarenakan lokasi sumber air yang lebih rendah dibandingkan tempat penampungan air yang mana nantinya akan didistribusikan menuju daerah pelayanan.



Gambar 2. 2 Sistem Transmisi Pompa

2.5.2 Sistem Jaringan Pipa Distribusi

Dalam buku “*Panduan Pendampingan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Perpipaan Berbasis Masyarakat*” Jaringan Pipa Distribusi adalah rangkaian

perpipaan air bersih/minum yang mengalirkan air dari pipa transmisi ke daerah pelayanan yang berupa sambungan rumah atau kran umum.

Dalam suatu sistem distribusi harus direncanakan dengan mempertimbangkan lokasi pelanggan. Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas dan tekanan yang cukup diperlukan sistem perpipaan yang baik, termasuk bangunan reservoir, pompa dan peralatan lainnya. Metode yang digunakan dalam pendistribusian air tergantung dari lokasi topografi dari sumber air menuju daerah pelayanan yang akan menerima aliran air bersih.

1. Menurut Kondisi Wilayah

Menurut kondisi wilayah sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut :

a) Sistem Distribusi Gravitasi

Sistem distribusi gravitasi direncanakan apabila elevasi lokasi dari sumber air lebih tinggi dari lokasi daerah pelayanan. Pada sistem ini air dialirkan secara gravitasi dari tempat yang tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah.

b) Sistem Distribusi Pompa

Sistem distribusi dengan pompa dilakukan apabila keadaan topografi tidak memungkinkan untuk sistem gravitasi seluruhnya. Pada sistem pemompaan, air dialirkan menggunakan alat pompa yang mana perencanaan dan pelaksanaannya menjadi lebih kompleks serta membutuhkan tenaga dan biaya yang lebih dari sistem gravitasi.

2.5.3 Menurut Waktu Pelayanan

Menurut Agustina, 2007, menurut waktu pelayanannya suplai air melalui pipa induk mempunyai dua macam sistem yaitu :

a) *Continous System*

Dalam sistem ini air minum yang disuplai ke konsumen mengalir terus menerus selama 24 jam karena ketersediaan air sumber yang sangat mencukupi. Keuntungan sistem ini adalah konsumen setiap saat dapat memperoleh air bersih dari jaringan pipa distribusi di posisi pipa manapun. Sedangkan kerugiannya pemakaian air akan cenderung lebih boros dan bila

terjadi sedikit kebocoran saja, maka jumlah air yang hilang akan sangat besar.

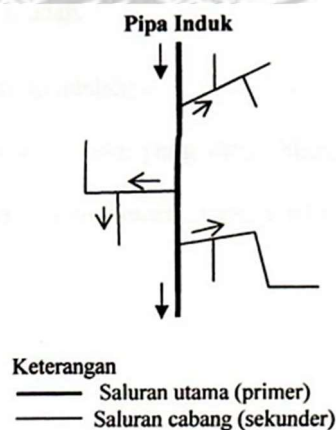
b) Intermitten System

Dalam sistem ini air bersih disuplai 2-4 jam pada pagi hari dan 2-4 jam pada sore hari karena ketersediaan air sumber yang kurang mencukupi. 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. Sedang keuntungannya adalah pemborosan air dapat dihindari dan juga sistem ini cocok untuk daerah dengan sumber air yang terbatas.

2.5.4 Menurut Luas Pelayanan

Menurut luas pelayanannya, terdapat 4 (empat) jenis sistem distribusi air bersih yaitu :

a) Sistem Distribusi Cabang (*Branch System*)

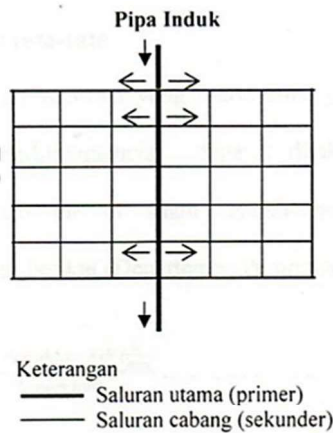


Gambar 2. 3 Sistem Distribusi Cabang

Pada sistem ini pipa distribusi utama akan dihubungkan dengan pipa distribusi sekunder dan selanjutnya pipa distribusi sekunder akan dihubungkan dengan pipa pelayanan ke konsumen. Aliran air yang terdapat dalam pipa merupakan aliran searah dengan air hanya akan mengalir melalui satu pipa induk yang semakin mengecil ke arah hilirnya. Keuntungannya yaitu lebih ekonomis dan teknik pengoperasian sederhana. Sedangkan untuk kerugiannya sering terjadi sedimen/endapan lumpur/kapur pada ujung pipa dapat menutup pipa sehingga

distribusi terhenti, pemerataan tekanan kurang bagus dan apabila terjadi kerusakan pada suatu jalur maka jalur berikutnya mengalami gangguan.

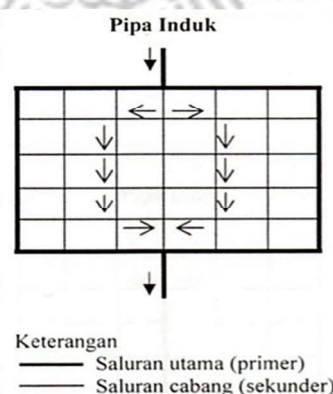
b) Sistem Petak atau Kotak (*Grid System*)



Gambar 2. 4 Sistem Distribusi Petak atau Kotak

Merupakan sistem yang lebih baik dari sistem cabang. Ujung-ujung pipa cabang disambungkan satu sama lainnya sehingga sirkulasi air dalam jaringan lancar dan kemungkinan terjadi pengendapan kecil sekali. Sistem grid, cocok digunakan di daerah perkembangan kota ke segala arah, jaringan jalan ke segala arah dengan topografi relatif datar. Keuntungan lainnya yaitu termasuk ekonomis karena dipasang setelah perkembangan pemukiman.

c) Sistem Melingkar (*Loop System*)

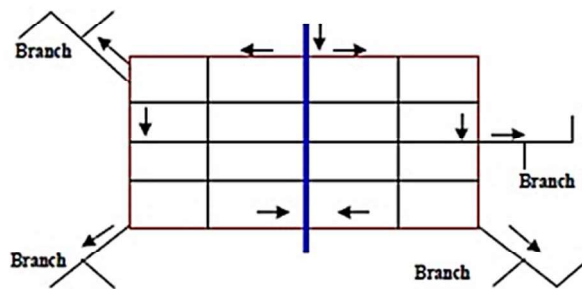


Gambar 2. 5 Sistem Distribusi Melingkar

Pipa induk utama terletak mengelilingi daerah layanan. Pengambilan dibagi menjadi dua dan masing-masing mengelilingi batas daerah layanan, dan keduanya bertemu kembali di ujung. Dibandingkan dengan sistem-sistem

sebelumnya merupakan sistem yang terbaik. Sirkulasi air dalam jaringan lancar, bila ada perbaikan kerusakan distribusi air tidak akan terhenti. Kerugiannya adalah biaya investasi mahal dan sistem operasi yang sulit.

d) Sistem Kombinasi (*Combination System*)



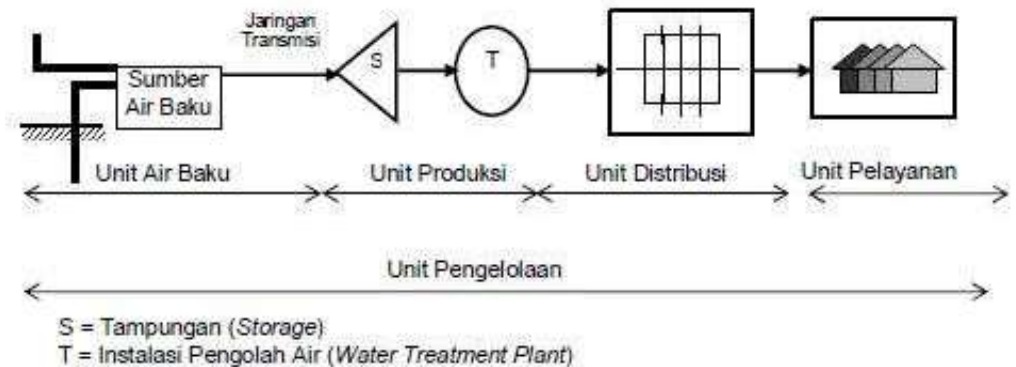
Gambar 2. 6 Sistem Distribusin Kombinasi

Sistem jaringan perpipaan kombinasi merupakan gabungan dari sistem jaringan perpipaan bercabang (*branching system*) dan sistem melingkar (*loop system*)

2.6 Skema Jaringan

Menurut Peraturan Pemerintah No.16 Tahun 2005 tentang Sistem Pengembangan Air Minum mengatakan bahwa sistem penyediaan air minum atau bersih terdiri dari:

1. Unit Air Baku
2. Unit Produksi
3. Unit Distribusi
4. Unit Pelayanan



Gambar 2. 7 Skema Sistem Penyediaan Air Bersih

(Sumber: <https://satulanghasejutaimpian.wordpress.com/>)

1. Unit Air Baku

Unit air baku sebagaimana terdapat dalam PP No.16 Tahun 2005 merupakan sarana pengambilan dan penyediaan air baku. Air baku wajib memenuhi baku mutu yang ditetapkan untuk penyediaan air minum atau air bersih dengan peraturan perundang-undangan. Unit air baku dapat terdiri dari bangunan penampungan air, bangunan pengambilan atau penyadapan, alat pengukuran dan peralatan pemantauan, sistem pemompaan, dan atau bangunan sarana pembawa serta perlengkapannya.

2. Unit Produksi

Merupakan prasarana dan sarana yang dapat digunakan untuk mengolah air baku menjadi air minum melalui proses fisik, kimiawi dan/atau biologi. Unit produksi dapat terdiri dari bangunan pengolahan dan perlengkapannya, perangkat operasional, alat pengukudan dan peralatan pemantauan, serta bangunan penampungan air minum.

3. Unit Distribusi

Terdiri dari sistem perpompaan, jaringan distribusi, bangunan penampungan, alat ukur dan peralatan pemantauan. Unit distribusi wajib memberikan kepastian kuantitas, kualitas air dan kontinuitas pengaliran yang memberikan jaminan pengaliran 24 jam per hari.

4. Unit Pelayanan

Terdiri dari sambungan rumah, hidran umum dan hidran kebakaran. Untuk mengukur besaran pelayanan pada sambungan rumah dan hidran umum harus dipasang alat ukur berupa meteran air. Untuk menjamin keakurasiannya, meter air wajib ditera secara berkala oleh instansi yang berwenang.

5. Unit Pengelolaan

Terdiri dari pengelolaan teknis dan pengelolaan nonteknis. Pengelolaan teknis terdiri dari kegiatan operasional, pemeliharaan dan pemantauan dari unit air baku, unit produksi dan unit distribusi. Sedangkan pengelolaan nonteknis terdiri dari administrasi dan pelayanan

Dalam perencanaan jaringan pipa air bersih diperlukan penggambaran layout dan skema jaringan, adapun dalam penggambaran perlu diketahui maksud keterangan dalam gambar serta tata cara perhitungan.

2.6.1 Interpolasi Kontur

Unsur yang penting dalam peta topografi adalah informasi tentang tinggi suatu tempat terhadap rujukan tertentu. Kontur dalam perencanaan ini digunakan untuk menentukan rute, menunjukkan bentuk ketinggian permukaan tanah dan menentukan potongan memanjang serta melintang.

Interpolasi kontur merupakan cara untuk menentukan nilai diantara dua nilai yang telah ditentukan. Adapun rumus interpolasi kontur sebagai berikut:

$$h_c = h_a \pm \frac{d_{ac}}{d_{ab}} \times (h_b - h_a) \quad (2.10)$$

Keterangan :

Dijumlah atau dikurangi tergantung dari elevasi mana yang ditinjau, jika elevasi yang ditinjau di elevasi terendah maka dijumlah dan sebaliknya.

2.6.2 Node Saluran

Node merupakan titik-titik penghubung pada jaringan air bersih, node dibuat per STA biasanya dengan jarak 100 meter, 250 meter sampai dengan 500 meter node juga harus ditambahkan pada posisi belokan. Gambar node disimbolkan

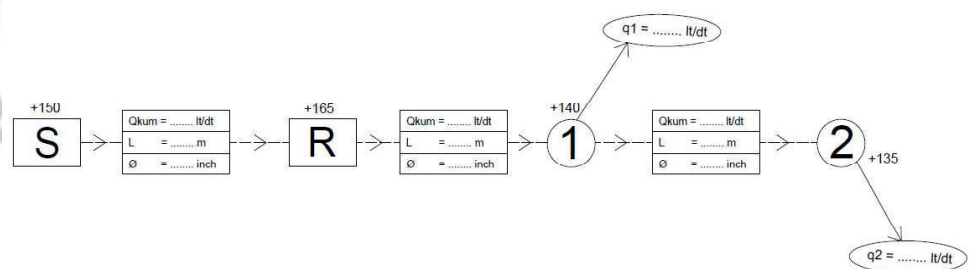
dengan bentuk lingkaran dengan nilai elevasi tanah, node juga merupakan tanda dimana air akan masuk atau keluar dari jaringan, maka dari itu node berisikan data kebutuhan air.



Gambar 2. 8 Node Saluran.

2.6.3 Penggambaran Skema Jaringan

Dalam penggambaran skema jaringan pipa air bersih perlu keterangan yang dapat memberikan informasi pada masing-masing saluran, keterangan saluran pada perencanaan ini digambarkan dalam bentuk persegi yang mana terletak pada tengah-tengah saluran yang berisikan data hasil perhitungan yaitu nilai debit air pada saluran, panjang saluran atau pipa dan diameter pipa yang digunakan. Dibawah ini merupakan contoh penggambaran beserta uraian dari skema jaringan air bersih mulai dari sumber mata air, jaringan pipa transmisi, reservoir sampai jaringan pipa distribusi



Gambar 2. 9 Skema Jaringan Pipa

Keterangan

Q_{kum} = Debit air dalam pipa (lt/dt)

L = Panjang pipa (m)

\emptyset = Diameter Pipa (inch)

① = Node Saluran

q_1, q_2 = Kebutuhan air tiap desa

+150 = elevasi tiap batas blok

-----► = Arah aliran

S = Sumber Air

R = Reservoir

2.7 Pipa

Sistem perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk transportasi fluida antar peralatan (equipment) dari suatu tempat ke tempat yang lain sehingga proses produksi dapat berlangsung.

Menurut SNI Tahun 2011 tentang Tata Cara Perencanaan teknik jaringan distribusi dan unit pelayanan system penyediaan air minum yaitu pemilihan pipa yang digunakan pada pipa distribusi air bersih adalah:

- a) Pipa PVC (*Polivinil Chloride*)



Gambar 2. 10Pipa Air PVC

(Sumber: <https://www.pastigroup.co.id>)

Keunggulan: Tahan lama, mudah dalam perawatan, tiidak dapat berkarat atau membususk

b) Pipa PE (*Poly Ethylene*)



Gambar 2. 11Pipa Air HDPE

(Sumber: <https://www.adibratagraha.com>)

Keunggulan: Penyambunagn kuat dan tahan bocor, fleksibel dan tahan terhadap tekanan tinggi, tahan korosi dari bahan kimia serta mudah dalam perawatan.

c) Pipa Besi



Gambar 2. 12Pipa Air Besi

(Sumber: <https://www.asiatoko.com>)

Keunggulan: Kekuatan sangat tinggi

2.7.1 Dimensi Pipa

Dimensi pipa disesuaikan dengan kondisi lapangan. Dimensi pipa dapat dihitung menggunakan rumus *Hazzen-William*.

$$D = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times X \times i^{0,54}} \right)^{1/2,63} \quad (2.11)$$

Keterangan:

D = Diameter Pipa (m)

Q = Debit yang mengalir dalam pipa (m³/dt)

C = Koefisien Kekasaran Pipa (sesuai jenis pipa yang digunakan)

i = Kemiringan Hidrolis

Tabel 2. 5 Kemiringan Hidrolis Pipa

L (m)	Keadaan lapangan 1 (daerah datar)		Keadaan lapangan 2 (daerah tidak datar dan menurun)		Keadaan lapangan 3 (keadaan daerah tidak dan datar menanjak)	
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<1000	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,010
1000 - 5000	0,007	0,010	0,013	0,017	0,020	0,007
1500 - 2000	0,005	0,008	0,010	0,013	0,015	0,005
2000 - 2500	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,004
2500 - 3000	0,003	0,005	0,007	0,008	0,010	0,003
3000 - 3500	0,003	0,004	0,006	0,007	0,009	0,003
3500 - 4000	0,002	0,004	0,005	0,006	0,008	0,002
4000 - 4500	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,002
4500 - 5000	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,002

(Sumber: Petunjuk Teknis Subbidang Air Bersih pada Lampiran 3.a Peraturan

Menteri PU No.39/PRT/M/2006)

Dimensi pipa disesuaikan dengan kondisi lapangan, adapun standar ukuran pipa yang biasa digunakan di pasaran sebagaimana pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Standar Dimensi Pipa Polietilena Air

PIPE NOMINAL DIAMETER (mm)	SDR 41	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13.6	SDR 11	SDR 9	SDR 7.4
	PN 4	PN 6.3	PN 8	PN 10	PN 12.5	PN 16	PN 20	PN 24
	THICKNESS (mm)							
16	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	2.2
20	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.9	2.3	2.8
25	1.6	1.6	1.6	1.6	1.9	2.3	2.8	3.5
32	1.6	1.6	1.6	1.9	2.4	2.9	3.6	4.4
40	1.6	1.6	1.9	2.4	3.0	3.7	4.5	5.5
50	1.6	2.0	2.4	3.0	3.7	4.5	5.6	6.9
63	1.6	2.4	3.0	3.8	4.7	5.8	7.1	8.6
75	1.9	2.9	3.6	4.5	5.5	6.8	8.4	10.3
90	2.2	3.5	4.3	5.4	6.6	8.2	10.1	12.3
110	2.7	4.3	5.3	6.6	8.1	10.0	12.3	15.1
125	3.1	4.8	6.0	7.4	9.2	11.4	14.0	17.1
140	3.5	5.4	6.7	8.3	10.3	12.7	15.7	19.2
160	4.0	6.2	7.7	9.5	11.8	14.6	17.9	21.9
180	4.4	6.9	8.6	10.7	13.3	16.4	20.1	24.6
200	4.9	7.7	9.6	11.9	14.7	18.2	22.4	27.3
225	5.5	8.6	10.8	13.4	16.6	20.5	25.1	30.8
250	6.2	9.6	11.9	14.8	18.4	22.7	27.9	34.2
280	6.9	10.7	13.4	16.6	20.5	25.4	31.3	38.3
315	7.7	12.1	15.0	18.7	23.2	28.6	35.2	43.0
355	8.7	13.6	16.9	21.1	26.1	32.2	39.6	48.5
400	9.8	15.3	19.1	23.7	29.4	36.3	44.7	54.6
450	11.0	17.2	21.5	26.7	33.1	40.9	50.2	61.5
500	12.3	19.1	23.9	29.8	36.8	45.8	55.8	-
560	13.7	21.4	26.7	33.2	41.2	50.8	-	-
630	15.4	24.1	30.0	37.3	46.3	56.8	-	-
710	17.4	27.2	33.9	42.1	52.2	63.8	-	-
800	19.6	30.6	38.1	47.7	58.8	71.8	-	-
900	22.0	34.4	42.9	53.5	-	80.8	-	-
1000	24.5	38.2	47.7	59.3	-	90.8	-	-
1200	29.4	45.9	57.2	-	-	-	-	-
1400	34.4	53.2	-	-	-	-	-	-
1600	39.3	61.3	-	-	-	-	-	-

(Sumber : SNI 06-4829-2005)

2.7.2 Perletakan Instalasi Pipa

Perletakan instalasi pipa dibagi menjadi dua yaitu, instalasi di atas tanah dan instalasi di bawah tanah.

a. Instalasi di atas tanah

Instalasi di atas tanah (biasanya berada saat menyebrangi sungai yang berupa dengan bantuan jembatan sebagai landasan utama struktur). Deteksi kebocoran pipa pun lebih cepat diketahui sehingga perbaikannya tidak sulit seperti instalasi di bawah pipa.

b. Instalasi di bawah tanah

Instalasi pipa di bawah tanah mempunyai kekurangan dalam hal deteksi kerusakan. Ketika ada kebocoran pipa maka harus menggali tanah bahkan

membongkar beberapa pipa yang ada untuk dilakukan penggantian guna membantu penyambungan.

Dalam pekerjaan instalasi pipa diperlukan galian dengan lebar galian pipa harus tersedia untuk dilewati alat penggali. Adapun ketentuan lebar galian yang digunakan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. 7Kedalaman Pipa Berdasarkan Diameter

	W	H
(mm)	(mm)	(mm)
80 – 100	400	700
150 – 200	450	800
250– 300	500	900
250 – 450	750	1000
500 – 600	850	1200

(Sumber: SNI 7511:2011)

2.8 Analisa Hidrolika

Hidrolika pada aliran pipa dipengaruhi oleh pressure gradient. Untuk memperoleh debit pada setiap penampang pipa dapat ditentukan berdasarkan tampang melintang pipa, ketinggian pipa, tekanan dan kecepatan aliran dalam pipa. Adapun metode yang digunakan untuk menganalisa hidrolika perpipaan dibawah ini menggunakan metode *Hazzen – William*.

2.8.1 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam pipa yang diijinkan adalah 0,3 – 6 m/det, dimana hal ini akan disesuaikan dengan kondisi setempat mengenai kemiringan lahan maupun adanya penambahan tekanan dari adanya pemompaan. Kecepatan tidak boleh terlalu kecil sebab dapat menyebabkan endapan dalam pipa tidak terdorong, selain itu juga diameter pipa jadi berkurang. Untuk menentukan kecepatan aliran dalam pipa digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = A \times V \quad (2.12)$$

$$A = \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2$$

Keterangan:

Q = debit aliran (m³/det) V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas basah (m²) D = diameter pipa (m)

2.8.2 Hukum Bernoulli

Air pada pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi yang lebih besar ke tempat yang memiliki energi yang lebih kecil. Hal tersebut dikenal dengan prinsip Bernoulli. Hukum Bernoulli menyatakan bahwa tinggi energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi kecepatan, energi tekanan dan energi ketinggian yang dapat ditulis sebagai berikut :

ETot = Energi ketinggian + Energi kecepatan + Energi tekanan

Penguraian masing-masing energi adalah sebagai berikut:

a. Energi Kinetik dalam satuan berat = $\frac{v^2}{2g}$

Keterangan:

V = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/dt)

g = Percepatan gravitasi (m/dt²)

b. Energi potensial dalam satuan berat air = z

Keterangan:

z = Ketinggian terhadap garis datum (m)

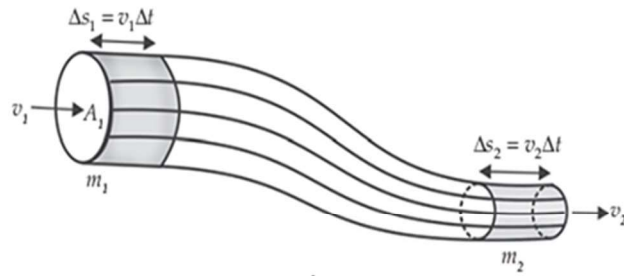
c. Energi tekanan dalam satuan berat air = $\frac{P}{\gamma}$

Keterangan:

P = Tekanan (kg/m²)

γ = Berat jenis air (1000 kg/m³)

Menurut teori kekekalan energi dari hukum Bernoulli yaitu apabila tidak ada energi yang lolos atau diterima antar dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan, sebagaimana pada gambar 2.1



Gambar 2. 14Hukum Kontinuitas

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \quad (2.14)$$

$$Q_1 = Q_2$$

Keterangan :

V_1, V_2 = Kecepatan pada titik 1 dan 2 (m/s)

A_1, A_2 = Luas penampang pada titik 1 dan 2 (m²)

Q_1, Q_2 = Debit pada titik 1 dan 2 (m³/s)

2.8.4 Kehilangan Tekanan (*Headloss*)

Headloss merupakan suatu nilai untuk mendapatkan besarnya reduksi tekanan total (total head) yang diakibatkan oleh fluida saat melewati sistem pengaliran. Head loss dapat terjadi jika:

1. Gesekan antara fluida dan dinding pipa.
2. Friksi antara sesama partikel pembentuk fluida tersebut.
3. Turbulensi yang diakibatkan saat aliran di belokkan arahnya atau hal lain seperti perubahan akibat komponen perpipaan (valve, flow, reducer, atau kran).

Secara umum, didalam instalasi jaringan pipa dikenal 2 macam kehilangan tekanan:

1. *Mayor Losses*, yaitu kehilangan tekanan sepanjang pipa:

$$H_f = \left(\frac{Q}{0,2875 \times c \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \quad (2.15)$$

Keterangan:

Q = Laju aliran air (lt/menit)

D = Diameter dalam pipa (m)

i = Gradien hidraulik (m/m)

C = Koefisien hazen William (lihat tabel 2.9)

L = Panjang pipa (m)

hf = Kehilangan energi (m)

2. *Minor Losses*, yaitu kehilangan tekanan yang terjadi pada tempat-tempat yang memungkinkan adanya perubahan karakteristik aliran, misalnya pada belokkan, perubahan diameter, pada velve dan lainnya.

Ada berbagai macam kehilangan tinggi tekan minor, yaitu:

1. Kehilangan tinggi tekan minor akibat pelebaran pipa.
2. Kehilangan tinggi tekan minor akibat penyempitan secara tiba—tiba terhadap pipa.
3. Kehilangan tinggi tekan minor akibat mulut pipa.
4. Kehilangan tinggi tekan minor belokkan pada pipa.
5. Kehilangan tinggi tekan minor akibat sambungan serta katup pipa.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ini antara lain:

$$H = k \times \frac{v^2}{2g} \quad (2.16)$$

Keterangan:

H = Kehilangan tekan minor

V = Kecepatan Aliran

g = Percepatan gravitasi

k = Koefisien kontraksi (ditentukan) untuk setiap jenis pipa c berdasarkan diameternya.

Tabel 2. 8 Koefisien C dari Hazen-Wiliam

Jenis Pipa	Nilai C Perencanaan
Asbes Cement (ACP)	120
U-PVC	120
PE	130
Ductile (DCIP)	110
Besi Tuang (CIP)	110
GIP	110
Baja	110
Pres-stress Concrete (PSC)	120

(Sumber: SNI 7509-2011)

2.8.5 Kriteria Desain Jaringan Pipa

Kriteria desain yang dipakai sebagai acuan yaitu Peraturan Menteri PU No. 27/RT/M/2016 dimana metode perhitungan didalamnya masih relevan dengan kondisi lapangan. Kriteria jaringan yaitu tekanan pada node, kecepatan, dan headloss pada pipa. Kriteria teknis pipa distribusi berdasarkan Peraturan Menteri PU No. 27/RT/M/2016 disajikan pada Tabel 2.7 berikut:

Tabel 2. 9 Kriteria Pipa Distribusi

No.	Uraian	Notasi	Kriteria
1.	Debit Perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air jam puncak $Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{rata-rata}$
2.	Faktor Jam Puncak	F_{puncak}	1,15 - 3

3.	Kecepatan aliran air dalam pipa		
	a.) Kecepatan Minimum	V_{min}	0,3 – 0,6 m/det
	b.) Kecepatan Maksimum	V_{max}	3,0 – 4,5 m/det

Pipa PVC atau ACP

Pipa baja atau DCIP

4.	Tekanan air dalam pipa		
	a.) Tekanan Minimum	h_{min}	(0,5 – 1,0)atm, pada titik jangkauan
	b.) Tekanan maksimum	h_{max}	pelayanan terjauh.
	Pipa PVC atau ACO	h_{max}	6 – 8 atm
	Pipa baja atau DCIP	h_{max}	10 atm
	Pipa PE 100	h_{max}	12,4 Mpa
	Pipa PE 80		9 Mpa

(Sumber: Peraturan Menteri PU No.27/RT/M/2016)

2.9 Bangunan Pelengkap

Sarana penunjang dalam perencanaan jaringan pipa air bersih berfungsi dalam membantu sistem pendistribusian air agar pelayanan dapat terlaksana sesuai dengan yang direncanakan. Adapun sarana penunjang yang dimaksud diantaranya yaitu bak penampung air atau reservoir, pompa, bak pelepas tekan dan jembatan pipa

2.9.1 Reservoir

Reservoir merupakan bangunan penampung air baku atau air bersih sebelum dilakukan pendistribusian kepada pelanggan atau masyarakat, yang dapat dibangun dia atas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah.

Fungsi dari reservoir adalah untuk mengumpulkan air, menyimpan air, meratakan aliran, meratakan tekanan aliran dan menyimpan air untuk seluruh konsumen atau pengguna.

Kapasitas reservoir ditentukan berdasarkan pemakaian perjam selama satu hari, dengan memperhitungkan surplus maksimum defisit minimum, dan juga berdasarkan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran dan lamanya pemompaan. (Tri Joko,2010)

A. Jenis Reservoir

Jenis reservoir dibedakan berdasarkan letaknya yaitu reservoir atas (*elevated reservoir*) dan reservoir bawah (*ground reservoir*). Dari kedua jenis reservoir tersebut masing masing memiliki kelebihan dan kekurangan terhadap kondisi daerah yang akan dilayani serta faktor biaya.

1. Reservoir Atas (*elevated reservoir*)

Kelebihan dari reservoir atas ini adalah pompa tidak bekerja terus-menerus, dapat mereduksi efek tekanan pada sistem distribusi dan kebutuhan tekanan pada sistem distribusi dapat dipenuhi dengan menentukan lokasi yang strategis. Kekurangannya adalah investasi awal cukup tinggi karena harus membangun menara air, biaya perawatan yang cukup tinggi dan daya tampung air yang terbatas.

2. Reservoir Bawah (*ground reservoir*).

Kelebihannya adalah investasi awal lebih murah dan pengontrolan lebih mudah, biaya pemeliharaan rendah, dapat menampung air dalam jumlah yang besar dan kebutuhan tekanan untuk memenuhi tekanan distribusi dapat menggunakan pompa yang memadai. Kekurangannya adalah pompa harus bekerja penuh selama melayani pendistribusian ke konsumen, tidak dapat menghindari efek pada sistem distribusi (kecuali dengan menggunakan variasi pompa).

2.9.2 Pompa

Berdasarkan pada Pedoman Penyusunan Perancangan teknis Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum 2007 Debit pompa distribusi ditentukan berdasarkan fluktuasi pemakaian air dalam satu hari. Pompa harus mampu mensuplai debit air saat jam puncak dimana pompa besar bekerja dan saat pemakaian minimum pompa kecil yang bekerja. Debit pompa besar ditentukan sebesar 50% dari debit jam puncak. Pompa kecil sebesar 25% dari debit jam puncak.

Dalam penentuan dan pemilihan pompa untuk penyaluran air terdapat beberapa kriteria sebagai berikut :

a. Efisiensi pompa

Kapasitas dan total head pompa mampu beroperasi dengan efisien tinggi dan bekerja pada titik optimum sistem.

b. Tipe pompa

- Bila ada kekhawatiran terendam air, digunakan pompa tipe vertikal.
- Bila total head kurang dari 6 m ukuran pompa (bore size) lebih dari 200 mm, menggunakan tipe mixed flow atau axial flow.
- Bila total head lebih dari 20 m, atau ukuran pompa lebih kecil dari 200 mm, digunakan tipe sentrifugal.
- Bila head hisap lebih dari 6 m atau pompa tipe mixed-flow atau axial flow yang lubang pompanya (bore size) lebih besar dari 1500 mm, digunakan pompa tipe vertikal

c. Kombinasi pemasangan pompa

Kombinasi pemasangan pompa harus memenuhi syarat titik optimum kerja pompa. Titik optimum kerja pompa terletak pada titik potong antara kurva pompa dan kurva sistem. Penggunaan beberapa pompa kecil lebih ekonomis dari pada satu pompa besar. Pemakaian pompa kecil akan lebih ekonomis pada saat pemakaian air minimum di daerah distribusi. Perubahan dari operasi satu pompa ke operasi beberapa pompa mengakibatkan efisiensi pompa masing-masing berbeda-beda. Terdapat sejumlah bangunan pelengkap penyediaan air bersih dimana jenis dan konstruksinya sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dan keluasan wilayah . beberapa bangunan pelengkap seperti :

1. Intalasi Pengolahan air (IPA)
2. Bak Pelepas tekan
3. Jembatan pipa
4. Bangunan pengaman pipa

Tabel 2. 10Jumlah Pompa untuk menyadap intake dan menyalurkan

Debit yang direncanakan (m ³ /hari)	Jumlah Pompa Utama	Jumlah Pompa Cadangan	Jumlah Pompa Keseluruhan
Sampai 2.800	1	1	2
2,500 – 10.000	2	1	3
Lebih dari 9.000	Lebih dari 3	Lebih dari 1	Lebih dari 4

(Sumber: Permen PU No.18)

2.9.3 Bak Pelepas Tekan

Bak pelepas tekan merupakan salah satu bangunan penunjang pada jaringan pipa transmisi maupun distribusi. Bak Pelepas Tekan berfungsi untuk menghilangkan tekanan berlebih yang terdapat pada aliran yang dapat menyebabkan pipa pecah. Letak sumber lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pemukiman atau pelayanan menyebabkan adanya selisih tinggi permukaan. Beda tinggi ini menyebabkan adanya tekanan di dalam pipa. Semakin besar selisih ketinggiannya, akan semakin besar tekanan dalam pipa, untuk itu tekanan perlu dilepas atau dihilangkan. Bak Pelepas Tekan ditempatkan pada titik – titik tertentu pada pipa distribusi yang mempunyai beda tinggi 60 meter sampai 100 meter terhadap titik awal distribusi.

2.10 Jenis dan Sumber Data

Sumber data utama dalam penelitian kuantitatif adalah kata-kata dan tindakan selebihnya adalah data tambahan seperti dokumen dan lain-lain. Dimana data hasil penelitian didapatkan melalui dua sumber data, yaitu :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung oleh peneliti dari objek penelitiannya.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah semua data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian. Jadi data sekunder yaitu data yang dikumpulkan berupa data penduduk kecamatan Pangkalan Kerinci Tahun 2010-2019 melalui Badan Pusat Statistik Kecamatan Pangkalan Kerinci, data yang dikumpulkan melalui wawancara dengan Kepala Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Pelalawan dan Kepala Bidang PDAM Kecamatan Pangkalan Kerinci berupa data eksisting jaringan distribusi air bersih, data pelanggan 2022, data ketersediaan debit sumber air baku, kemudian disertai dengan observasi lapangan.

