

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sambungan Rumah

Untuk perencanaan kebutuhan air bersih, kriteria standar yang digunakan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya untuk perumahan baru menunjukkan bahwa 5 orang per rumah.

2.2. Sistem Penyediaan Air Bersih

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum, penyediaan air minum atau air bersih adalah proses menyediakan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat untuk menjalani kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif. Sistem penyediaan air minum, juga dikenal sebagai SPAM, terdiri dari sarana prasarana dan sistem penyediaan air minum.

Menurut Peraturan Menteri PU No. 18 Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, beberapa istilah didefinisikan sebagai berikut:

1. Air baku untuk air minum rumah tangga—juga disebut air baku—adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah, atau air hujan yang memenuhi standar mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum.
2. Air minum adalah air minum rumah tangga yang telah melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan.

2.3. Proyeksi Perhitungan Jumlah Penduduk

Dalam memperkirakan jumlah penduduk tahun yang akan datang di suatu wilayah, dapat dilakukan dengan analisa dengan beberapa cara, Adapun cara yang dipakai dalam penentuan jumlah penduduk seperti diuraikan sebagai berikut .

2.3.1. Aritmatika

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

$$P_t = P_o . (1 + n . r)$$

Keterangan :

P_t = Jumlah penduduk akhir periode t (jiwa)

P_o = Jumlah penduduk awal periode t (jiwa)

n = Jangka waktu per tahun

r = Tingkat jumlah pertumbuhan penduduk

2.3.2. Geometrik

Cara ini didasarkan pada perbandingan pertumbuhan penduduk rata-rata. Rumus yang di gunakan dalam metode ini adalah:

$$P_t = P_o . (1 + r)^n$$

Keterangan:

P_t = Jumlah penduduk akhir periode t (jiwa)

P_o = Jumlah penduduk awal periode t (jiwa)

n = Jangka waktu per tahun

r = Tingkat jumlah pertumbuhan penduduk

2.3.3. Metode Eksponensial

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

$$P_t = P_o \times e^{r \cdot n}$$

Keterangan:

P_t = Jumlah penduduk akhir periode t (jiwa)

P_o = Jumlah penduduk awal periode t (jiwa)

n = Jangka waktu per tahun

r = Tingkat jumlah 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 :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X}_r)^2}{(n-2)}}$$

Keterangan :

Sd = Simpangan baku (Standar deviasi)

X_i = Nilai data

\bar{X}_r = Nilai data rata-rata

n = Jumlah data

Setelah dilakukan perhitungan standart deviasi dari 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:

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

Keterangan:

r = Koefisien korelasi

x = Tahun ke-n proyeksi

y = Jumlah penduduk

2.4. Kebutuhan Air Bersih

Jumlah air yang diperlukan untuk kebutuhan dasar atau suatu unit konsumsi, termasuk kehilangan air dan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran, disebut kebutuhan air. Kebutuhan dasar dan kehilangan tersebut berubah sepanjang jam, hari, minggu, dan bulan sepanjang tahun. Pemakaian air adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah air yang digunakan untuk berbagai tujuan tersebut. Ada beberapa metode proyeksi kebutuhan air sebagai berikut:

2.4.1. Kebutuhan Air Domestik

Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti memasak, minum, dan mencuci dikenal sebagai kebutuhan domestik. Ini adalah komponen penting untuk menilai 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. 1 Tingkat 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

Jumlah penduduk pada tahun perencanaan menentukan kebutuhan air rumah tangga (domestik). Sambungan rumah (SR) dan hidran umum (HU) menyediakan air minum di wilayah ini.

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 bisa di hitung mrnggunakan rumus berikut:

- a. Kebutuhan Air Bersih tiap Sambungan Rumah (SR)

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

- b. Kebutuhan Air pada Hidran Umum (HU)

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

Keterangan:

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

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

2.4.2. 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 2.3

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 20 15 1 s/d 2 400 1 s/d 2 0,01 10		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

Tabel 2. 4 Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kota Kategori I,II,III dan IV

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	10	Liter/Murid/Hari
Rumah Sakit	200	Liter/Bed/Hari
Puskesmas	2000	Liter/Unit/Hari
Masjid	3000	Liter/Unit/Hari
Kantor	10	Liter/Pegawai/Hari
Pasar	12000	Liter/Hektar/Hari
Hotel	150	Liter/Bed/Hari
Rumah Makan	100	Liter/Tempat Duduk/Hari
Komplek Militer	60	Liter/Orang/Hari
Kawasan Industri	0.2 - 0.8	Liter/Detik/Hektar
Kawasan Pariwisata	0.1 - 0.3	Liter/Detik/Hektar

Sumber: Kriteria Perencanaan Dirjen Cipta Karya, 1996

Tabel 2.5 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kota Kategori V (Desa)

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	5	Liter/Murid/Hari

Rumah Sakit	200	Liter/Bed/Hari
Puskesmas	2000	Liter/Unit/Hari
Masjid	3000	Liter/Unit/Hari
Mushola	2000	Liter/Unit/Hari
Pasar	12000	Liter/Hektar/Hari
Komersial / Industri	10	Liter/Hari

Sumber: *Kriteria Perencanaan Dirjen Cipta Karya, 1996*

Kebutuhan air non domestik dihitung berdasarkan jumlah fasilitas umum yang ada pada kawasan dengan nilai konsumsi air per satuan unit. Berikut rumus yang digunakan dalam menghitung kebutuhan air domestik.

$$Q_{nd} = \Sigma \text{Fasilitas Umum} \times \text{Nilai Konsumsi Air}$$

Keterangan:

$$Q_{nd} = \text{Kebutuhan Air Non Domestik (lt/dt)}$$

2.4.3. Kebutuhan Harian Rata-Rata

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

$$Q_{rt} = Q_d + Q_{nd}$$

Keterangan :

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

$$Q_d = \text{Kebutuhan Domestik (lt.dt)}$$

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

2.4.4. Kehilangan Air

Kehilangan air adalah perbedaan antara penyediaan (water supply) dan konsumsi (water consumption). Ada tiga jenis pemahaman tentang kehilangan air:

1. Kehilangan Air Rencana (tidak tercatat)

dialokasikan untuk memfasilitasi operasi dan pemeliharaan fasilitas penyediaan air bersih. Hal ini akan dipertimbangkan saat menetapkan harga air, yang biasanya akan dibebankan kepada konsumen, sebagai pemakai air.

2. Kehilangan Air Percuma

Penggunaan dan pengelolaan air yang tidak terkendali menyebabkan kehilangan air percuma. Penggunaan fasilitas yang baik dan benar diharapkan dapat mengurangi kehilangan air ini.

3. Kehilangan Air yang Tak Terduga

Kehilangan air insidental adalah kehilangan yang tidak dapat diatasi oleh manusia, seperti bencana alam. Kehilangan air biasanya berkisar antara 15 dan 25% dari kebutuhan air domestik dan non domestik.

Dalam rencana kebutuhan air, kehilangan air harus dimasukkan. Tingkat kehilangan air adalah sekitar 20–25 persen dari kebutuhan harian rata-rata.

$$Q_{ha} = (20 - 25)\% \times Q_{rt}$$

Keterangan :

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

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

2.4.5. Debit Rencana Kebutuhan Air Bersih

Jumlah kebutuhan menentukan rencana air bersih yang diperlukan dari kebutuhan domestic, kebutuhan non domestic, kebutuhan hidran umum dan kebutuhan kehilangan air.

$$Q_r = Q_d + Q_{nd} + Q_{hu} + Q_{ha}$$

Keterangan :

Q_r = Debit Rencana Kebutuhan Air Bersih

Q_d = Kebutuhan domestic (lt/dt)

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

Q_{hu} = Hidran umum (lt/dt)

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

2.4.6. Kebutuhan Air Harian Maximum dan Faktor Jam Puncak

Dalam hal pola pemakaian air, istilah "jam puncak" dan "kebutuhan air harian maksimum" merujuk pada jumlah air yang paling banyak digunakan dalam satu hari dalam setahun. Untuk membangun sistem transmisi air baku atau air minum, debit pemakaian hari maksimum digunakan.

Faktor jam puncak (F_p) digunakan untuk menentukan debit yang dibutuhkan pada pipa distribusi dan merupakan jam dimana terjadi pemakaian air terbesar dalam satu hari. Nilai faktor jam puncak berbalik dengan jumlah penduduk, dengan nilai faktor jam puncak yang lebih kecil semakin tinggi jumlah penduduk.

a.) Faktor Hari Maksimum

$$Q_{max} = f_{max} \times Q_r$$

Keterangan :

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

f_{max} = Faktor harian maximum ($1 < f_{max} \text{ hour} < 1,5$)

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

a) Faktor Jam

$$Q_{peak} = f_{peak} \times Q_r$$

Keterangan :

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

f_{peak} = Faktor fluktuasi pada jam maximum (1,5 – 2,5)

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

2.5. Sistem Jaringan Pipa

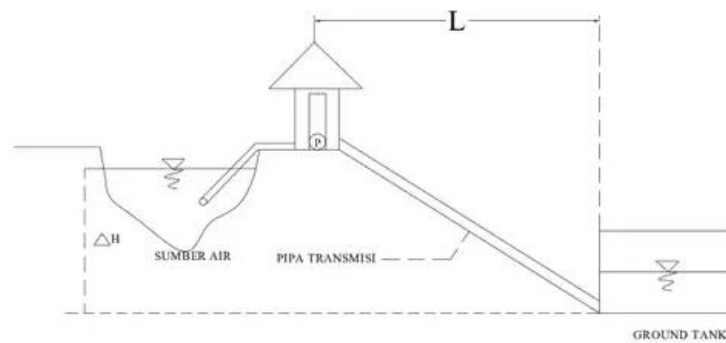
Jaringan perpipaan adalah kumpulan pipa yang saling terhubung secara hidrolis. Perubahan debit di salah satu pipa berdampak pada pipa lain. Penggunaan jaringan perpipaan dalam teknik sipil, misalnya sistem distribusi air bersih Akibatnya, untuk mendapatkan sistem distribusi yang efektif, diperlukan persiapan yang sangat cermat. Jumlah atau debit air yang disediakan bergantung pada jumlah orang yang tinggal di sana dan jenis industri yang dilayani. Triatmodjo, (2008:91)

2.5.1. Sistem Jaringan Pipa Transmisi

Jaringan pipa transmisi berfungsi untuk mengalirkan air ke titik awal sistem distribusi dari sumber air. Jarak antara sumber air ke area pelayanan pelanggan yang menggunakan jaringan distribusi memiliki panjang pipa yang bervariasi, tergantung di titik mana lokasi sumber air berada. Air dapat dialirkan dalam dua cara berdasarkan sistem pengaliran, yaitu:

1. Sistem Transmisi Gravitasi

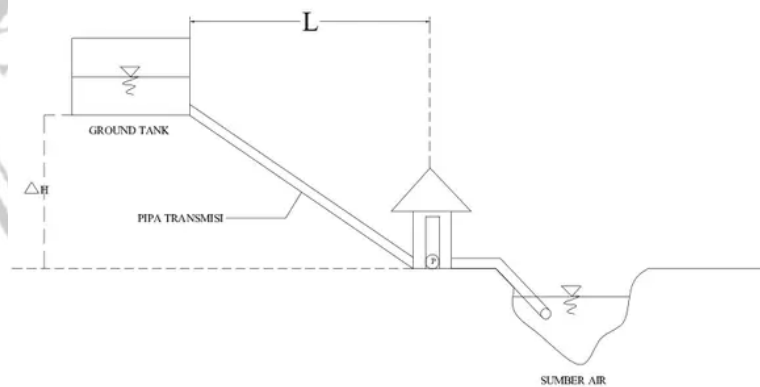
Sistem transmisi gravitasi merupakan sistem yang digunakan dalam mengalirkan air ke reservoir atau tempat penampungan dengan cara gravitasi yang mana jika sumber air lokasinya lebih tinggi dari tempat penampungan, sehingga tinggi tekan yang dihasilkan mencukupi untuk mengalirkan air menuju tempat penampungan.



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 sistem pipa air bersih dan minum yang mengalirkan air ke daerah pelayanan, yang terdiri dari kran umum atau sambungan rumah, melalui pipa transmisi.

Sistem distribusi harus direncanakan sesuai dengan lokasi pelanggan. Sistem perpipaan yang baik mencakup pembangunan reservoir, pompa, dan peralatan lainnya untuk menyediakan air minum dengan kuantitas dan tekanan yang cukup kepada pelanggan. Pendistribusian air berbeda-beda tergantung pada topografi lokasi sumber air dan 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 sumber air lebih tinggi dari lokasi daerah pelayanan. Dalam hal ini, air dialirkan secara gravitasi dari lokasi yang lebih tinggi ke lokasi yang lebih rendah dalam sistem ini.

b) Sistem Distribusi Pompa

Sistem distribusi dengan pompa dilakukan jika keadaan topografi tidak memungkinkan sistem gravitasi secara keseluruhan. Pada sistem pemompaan, air dialirkan menggunakan alat pompa yang mana perencanaannya 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 Sistem suplai air melalui pipa induk terdiri dari dua kategori, yaitu :

a) *Continous System*

Karena sumber air yang cukup, air minum dalam sistem ini mengalir terus menerus sepanjang hari. Keuntungan sistem ini adalah konsumen selalu dapat mendapatkan air bersih dari jaringan pipa distribusi di mana pun mereka inginkan. Kelemahan sistem ini adalah menggunakan air lebih boros dan akan banyak air yang hilang jika terjadi kebocoran kecil.

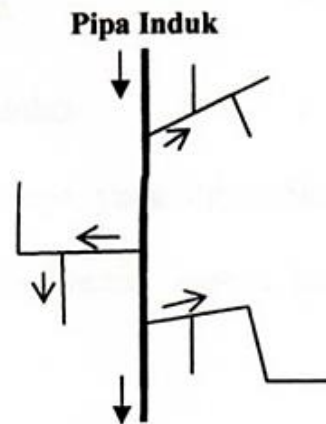
b) *Intermitten System*

Karena sumber air yang tidak mencukupi, sistem ini memerlukan suplai air bersih selama dua hingga empat jam pada pagi hari dan dua hingga empat jam pada sore hari. Kerugiannya adalah pelanggan air harus menyediakan tempat penyimpanan air dan sulit untuk mendapatkan air untuk pemadam kebakaran bila terjadi kebocoran. Karena air yang diperlukan untuk satu hari hanya diperoleh dalam beberapa jam, pipa yang digunakan akan lebih panjang. Keuntungannya adalah air tidak terbuang dan sistem ini cocok untuk daerah dengan sumber air 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*)



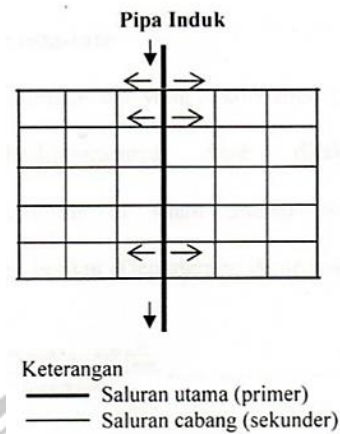
Keterangan

- Saluran utama (primer)
- Saluran cabang (sekunder)

Gambar 2. 3 Sistem Distribusi Bercabang

Pada sistem ini, pipa distribusi utama akan terhubung dengan pipa distribusi sekunder, yang kemudian akan terhubung dengan pipa pelayanan ke konsumen. Air dalam pipa mengalir searah, dengan satu pipa induk yang semakin mengecil ke arah hilirnya. Teknik ini lebih sederhana dan lebih hemat biaya. Namun, kerugiannya adalah bahwa sedimen, lumpur, atau kapur yang ada di ujung pipa dapat menutup pipa, menghentikan distribusi, mengurangi pemerataan tekanan, dan mengganggu jalur berikutnya jika terjadi kerusakan pada suatu jalur.

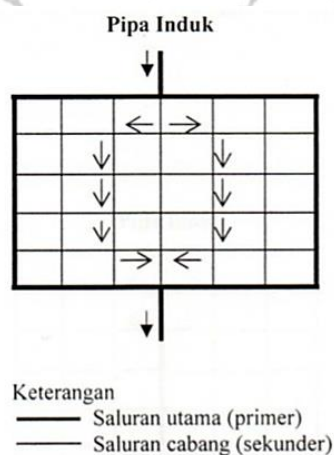
- b) System Petak atau Kotak (*Grid System*)



Gambar 2.4 Sistem Distribusi Petak atau Kotak

Sistem ini lebih baik daripada sistem cabang. Ujung-ujung pipa cabang terhubung satu sama lain sehingga sirkulasi air dalam jaringan berjalan lancar dan ada kemungkinan pengendapan yang kecil. Sistem grid, jaringan jalan ke segala arah dengan topografi relatif datar, cocok digunakan di daerah perkembangan kota ke segala arah. Selain itu, ada keuntungan ekonomi karena dipasang setelah perkembangan pemukiman.

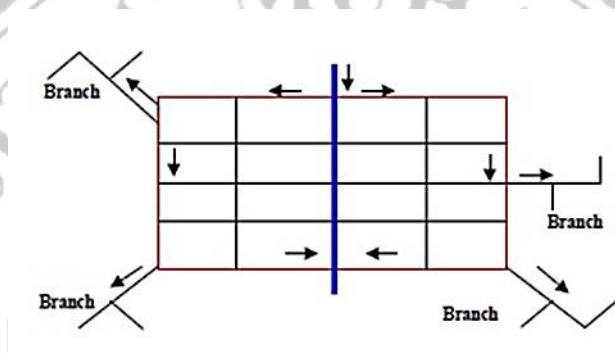
c) **Sistem Melingkar (*Loop System*)**



Gambar 2.5 Sistem Distribusi Melingkar

Daerah layanan dikelilingi oleh pipa induk utama. Dibagi menjadi dua, pengambilan masing-masing melingkari batas daerah layanan, dan keduanya bertemu di ujung. Merupakan sistem terbaik dibandingkan dengan yang sebelumnya. Selama perbaikan kerusakan distribusi air, sirkulasi air dalam jaringan tetap berjalan lancar. Kerugiannya termasuk sistem operasi yang kompleks dan biaya investasi yang tinggi.

d) Sistem Kombinasi (*Combination System*)



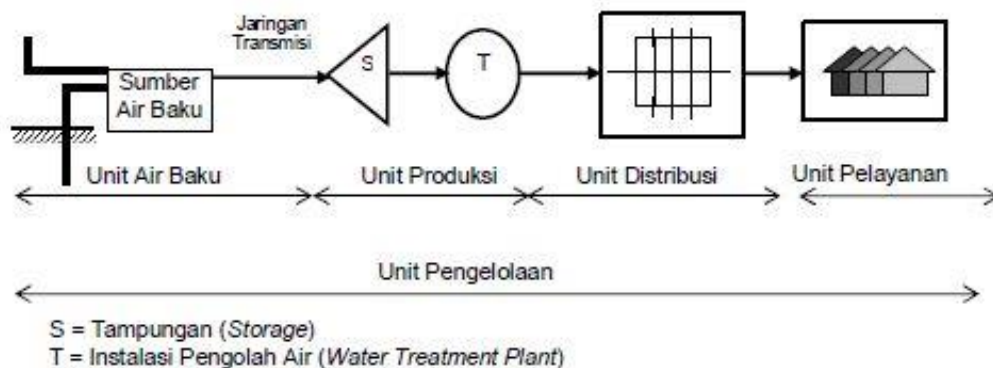
Gambar 2.6 Sistem Distribusi Kombinasi

Sistem jaringan perpipaan kombinasi terdiri dari kombinasi sistem jaringan perpipaan bercabang dan melingkar.

2.6. Skema Jaringan

Peraturan Pemerintah No.16 Tahun 2005 tentang Sistem Pengembangan Air Minum menetapkan 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 System Penyediaan Air Bersih

Sumber: <https://satulangkahsejutaimpian.wordpress.com/>

1. Unit Air Baku

Menurut PP No.16 Tahun 2005, unit air baku berfungsi untuk mengumpulkan dan menyediakan air baku. Air baku harus memenuhi standar mutu yang ditetapkan oleh peraturan perundang-undang untuk penyediaan air minum atau air bersih. Unit air baku dapat mencakup sarana pembawa dan perlengkapannya, bangunan penampungan air, bangunan pengambilan atau penyadapan, peralatan pengukuran dan pengawasan, sistem pemompaan, dan atau bangunan sarana pengambilan.

2. Unit Produksi

Alat dan sarana yang dimaksudkan untuk mengubah air baku menjadi air minum melalui proses fisik, kimiawi, atau biologi. Unit produksi dapat mencakup bangunan pengolahan dan perlengkapannya, perangkat operasional, alat pengukudan dan peralatan pemantauan, serta bangunan penampungan air minum.

3. Unit Distribusi

Sistem perpompaan, jaringan distribusi, bangunan penampungan, alat ukur, dan peralatan pemantauan adalah komponennya. Unit distribusi wajib menjamin pengaliran 24 jam sehari dengan memastikan kuantitas, kualitas, dan kontinuitas air.

4. Unit Pelayanan

Sambungan rumah, hidran umum, dan hidran kebakaran. Meteran air harus dipasang untuk mengukur jumlah air yang digunakan di sambungan rumah dan hidran umum. Meteran air harus ditera secara berkala oleh lembaga yang berwenang untuk memastikan bahwa mereka akurat.

5. Unit Pengelolaan

Terdiri dari pengelolaan teknis dan nonteknis. Unit air baku, produksi, dan distribusi dikelola oleh pengelolaan teknis untuk operasional, perawatan, dan pengawasan. Pengelolaan nonteknis mengelola administrasi dan layanan.

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

Informasi tentang tinggi suatu lokasi terhadap rujukan tertentu merupakan komponen penting dari peta topografi.. Kontur dalam perencanaan ini digunakan untuk menentukan rute, menunjukkan bentuk ketinggian permukaan tanah dan menentukan potongan memanjang serta melintang.

Rumus interpolasi kontur adalah untuk menentukan nilai di antara dua nilai yang telah ditentukan sebelumnya.

$$h_c = h_a \pm \frac{d_{ac}}{d_{ab}} \times (h_b - h_c) \quad (2.12)$$

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, maka dari itu node berisikan data kebutuhan air.

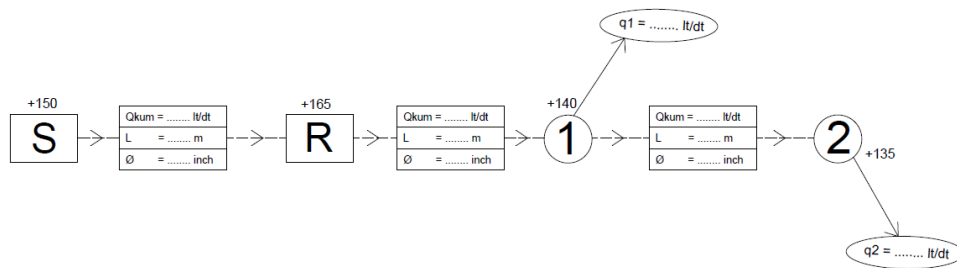


Gambar 2. 8 Node Saluran

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 distribus.



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 mengangkut fluida antar peralatan (alat) untuk mempercepat proses produksi.

SNI Tahun 2011 menetapkan bahwa pipa yang digunakan pada pipa distribusi air bersih adalah:

a) Pipa PVC (*Polivinil Chloride*)



Gambar 2. 10 Pipa Air PVC

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

Keunggulan: Koefisien gesekan kecil, perawatan mudah, tidak bisa berkarat atau membusuk

b) Pipa PE (*Poly Ethylene*)



Gambar 2. 11 Pipa Air HDPE

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

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

c) Pipa Besi



Gambar 2. 12 Pipa 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 dengan rumus *Hazzen - William*.

$$D = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times i^{0,54}} \right)^{1/2,63} \quad (2.13)$$

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. 6 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)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<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 2.7

Tabel 2. 7 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	40.5	50.2	61.5
500	12.3	19.1	23.9	29.8	36.8	45.4	55.8	-
560	13.7	21.4	26.7	33.2	41.2	50.0	-	-
630	15.4	24.1	30.0	37.3	46.3	56.3	-	-
710	17.4	27.2	33.9	42.1	52.2	63.0	-	-
800	19.6	30.6	38.1	47.7	58.8	71.4	-	-
900	22.0	34.4	42.9	53.5	-	80.0	-	-
1000	24.5	38.2	47.7	59.3	-	89.6	-	-
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 permukaan tanah

Instalasi di permukaan tanah (biasanya berada saat menyebrangi sungai yang berupa dengan bantuan jembatan sebagai landasan utama struktur). Selain itu, kebocoran pipa dapat dideteksi dengan lebih cepat, jadi perbaikannya tidak terlalu sulit seperti instalasi di bawah tanah.

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 untuk dilewati alat penggali. Adapun ketentuan lebar galian yang digunakan disajikan pada Tabel 2.8

Tabel 2. 8 Kedalaman Pipa Berdasarkan Diameter

(mm)	W (mm)	H (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. Tampang melintang, ketinggian, tekanan, dan kecepatan aliran pipa dapat digunakan untuk menghitung debit pada setiap penampang pipa. Adapun metode yang digunakan untuk menganalisa hidrolika perpipaan dibawah ini menggunakan metode *Hazzen – William*

2.8.1. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran pipa dapat berkisar antara 0,3 dan 6 m/det. Kecepatan ini akan disesuaikan dengan kemiringan tanah dan tekanan tambahan akibat pemompaan. Kecepatan yang terlalu rendah dapat menyebabkan endapan dalam pipa tidak terdorong dan mengurangi diameternya. Kecepatan aliran pipa dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.:

$$Q = A \times V$$

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

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 di pipa selalu berpindah dari sumber energi yang lebih tinggi ke sumber energi yang lebih rendah. Prinsip Bernoulli mengatakan bahwa jumlah energi kecepatan, tekanan, dan ketinggian pada sebuah penampang pipa adalah tinggi energi totalnya, yang dapat ditulis sebagai berikut. :

$$E_{\text{Tot}} = \text{Energi ketinggian} + \text{Energi kecepatan} + \text{Energi tekanan}$$

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)

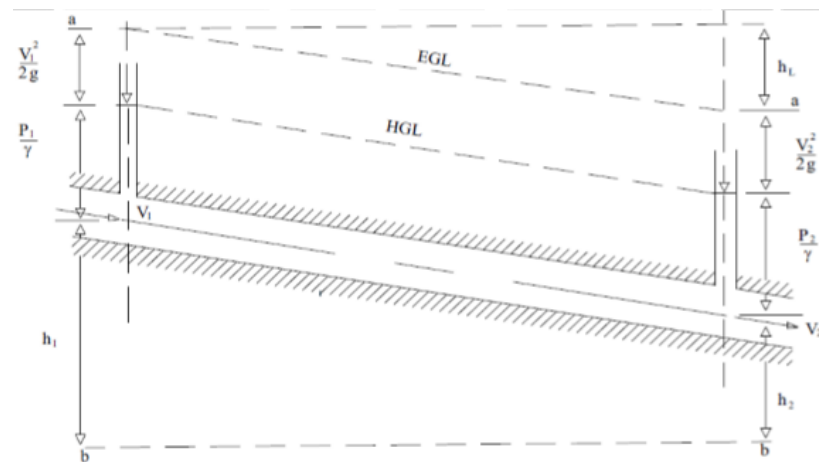
c. Energi tekanan dalam satuan berat air = $\frac{P}{\gamma}$

Keterangan:

P = Tekanan (kg/m²)

γ = Berat jenis air (1000 kg/m³)

Energi total dalam sistem tertutup tetap konstan jika tidak ada energi yang lolos atau diterima antar dua titik, menurut teori kekekalan energi hukum Bernoulli., sebagaimana pada gambar 2.13



Gambar 2. 13 Energi head and head loss dalam aliran pipa

Sumber: Triatmodjo, 1994

Persamaan Bernoulli pada Gambar 2.13 dapat ditulis sebagai berikut:

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma_w} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma_w} + h_l$$

Dimana :

h_1, h_2 = tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)

p_1, p_2 = tinggi tekanan di titik 1 dan 2 (m)

$\frac{v_1^2}{2g}, \frac{v_2^2}{2g}$ = tinggi energi di titik 1 dan 2 (m)

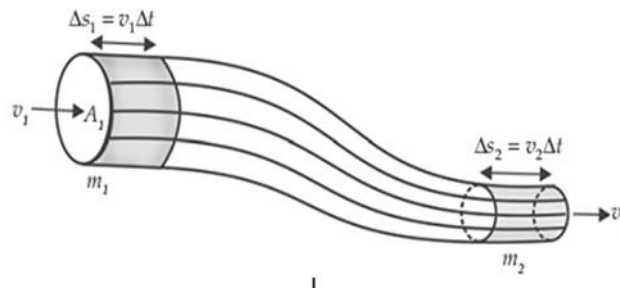
h_l = kehilangan tinggi tekanan dalam pipa (m)

γ_w = Berat jenis air (kg/m^3)

2.8.3. Hukum Continuitas

Hukum kontinuitas berlaku untuk air yang mengalir secara terus menerus melalui pipa dengan luas penampang A (m^2) dan kecepatan V (m/s) yang selalu memiliki debit yang sama pada setiap penampangnya.

Persamaan hukum kontinuitas menentukan bahwa debit yang masuk ke dalam pipa sama dengan debit yang keluar. Sebagaimana pada Gambar 2.14



Gambar 2. 14 Hukum Kontinuitas

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$Q_1 = Q_2$$

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*)

Nilai headloss menunjukkan jumlah reduksi tekanan total yang disebabkan oleh fluida saat melewati sistem pengaliran. Head loss dapat terjadi dalam dua situasi berikut:

1. Gesekan antara fluida dan dinding pipa; atau
2. Friksi antara sesama partikel yang membentuk fluida.
3. Turbulensi yang disebabkan oleh aliran yang berbelok arah atau perubahan yang disebabkan oleh komponen perpipaan seperti valve, flow, reducer, atau kran.

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

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

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

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 memungkinkan 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:

$$H = k \times \frac{v^2}{2g}$$

Keterangan:

H = Kehilangan tekan minor

V = Kecepatan Aliran

g = Percepatan gravitasi

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

Tabel 2. 9 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

Peraturan Menteri PU No. 27/RT/M/2016, yang metode perhitungannya masih relevan dengan kondisi lapangan, digunakan sebagai acuan untuk desain. Kriteria teknis pipa distribusi yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri PU No. 27/RT/M/2016 mencakup tekanan pada node, kecepatan, dan headloss pipa disajikan pada **Tabel 2.10** berikut:

Tabel 2. 10 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	Fpuncak	1,15 - 3
3.	Kecepatan aliran air dalam pipa		
	a.) Kecepatan Minimum	Vmin	0,3 – 0,6 m/det
	b.) Kecepatan Maksimum	Vmax	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 pelayanan terjauh.
	b.) Tekanan maksimum	h max	6 – 8 atm
	Pipa PVC atau ACO	h max	10 atm
	Pipa baja atau DCIP	h max	12,4 Mpa
	Pipa PE 100	h max	9 Mpa
	Pipa PE 80		

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 struktur yang menampung air baku atau air bersih sebelum didistribusikan kepada pelanggan atau masyarakat. Struktur ini dapat dibangun di atas atau di bawah permukaan tanah.

Reservoir berfungsi untuk mengumpulkan air, menyimpannya, meratakan aliran, meratakan tekanan aliran, dan menyimpan air untuk semua pengguna atau konsumen.

Kapasitas reservoir dihitung berdasarkan pemakaian jam setiap hari, surplus maksimum dan defisit minimum, serta waktu pemompaan dan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran. (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 terkait dengan kondisi wilayah yang akan dilayani dan faktor biaya..

1. Reservoir Atas (*elevated reservoir*)

Reservoir atas ini memiliki keuntungan bahwa pompa tidak perlu bekerja terus-menerus, yang dapat mengurangi dampak tekanan pada sistem distribusi, dan lokasinya yang strategis dapat memenuhi kebutuhan tekanan sistem distribusi. Kekurangan termasuk investasi awal yang cukup besar untuk membangun menara air, biaya perawatan yang cukup tinggi, dan daya tamping air yang terbatas.



*Sumber: Unclean Elevated Storage Reservoirs pose a threat
(indiatimes.com)*

2. Reservoir Bawah (*ground reservoir*).

Keunggulannya termasuk biaya awal yang lebih rendah dan pengendalian yang lebih mudah, biaya pemeliharaan yang lebih rendah, kapasitas untuk menampung jumlah air yang besar, dan kebutuhan tekanan untuk memenuhi tekanan distribusi dengan pompa yang memadai. Satu-satunya kekurangan adalah bahwa pompa harus bekerja sepenuhnya selama distribusi ke pelanggan, sehingga tidak dapat menghindari dampak pada sistem distribusi kecuali dengan variasi pompa.



(Sumber: Ground Storage Reservoir - DGR Engineering)

B. Fluktuas Kebutuhan Air

Jumlah air bersih yang digunakan masyarakat di suatu tempat tidak selalu sama setiap hari, tergantung pada aktivitas sehari-hari masyarakat. . Pola pemakaian aie dalam sehari ditunjukkan pada tabel 2. berikut:

Tabel 2. 11 Pola Pemakaian Air dalam Sehari

Periode	Jumlah Jam	Pemakaian per jam (%)	Jumlah Pemakaian (%)
22.00 – 05.00	7	0.75	5.25
05.00 – 06.00	1	4.00	4.00
06.00 – 07.00	1	6.00	6.00
07.00 – 09.00	2	8.00	16.00
09.00 – 10.00	1	6.00	6.00
10.00 – 13.00	3	5.00	15.00
13.00 – 17.00	4	6.00	24.00
17.00 – 18.00	1	10.00	10.00
18.00 – 20.00	2	4.50	9.00
20.00 – 21.00	1	3.00	3.00
21.00 – 22.00	1	1.75	1.75

Sumber: Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum,2010

2.9.2. Pompa

Menurut Pedoman Penyusunan Perancangan Teknis Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum 2007, debit pompa distribusi dihitung berdasarkan variasi pemakaian air setiap hari. Pompa besar harus memiliki debit 50% dari debit jam puncak dan pompa kecil 25% dari debit jam puncak.

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

a. Efisiensi pompa

Kapasitas dan head pompa secara keseluruhan dapat bekerja dengan sangat efisien dan pada titik sistem yang ideal.

b. Tipe pompa: Pompa dapat bekerja pada titik terbaik untuk sistem.

- Pompa tipe vertikal digunakan jika ada kemungkinan air akan terendam.

- Jika total head kurang dari 6 m dan ukuran pompa (bore size) lebih dari 200 m, gunakan aliran campuran atau aliran axial.

- Tipe sentrifugal digunakan jika total head lebih dari 20 m atau ukuran pompa lebih kecil dari 200 mm.

- Pompa vertikal digunakan jika head hisap lebih dari 6 m atau pompa tipe aliran campuran atau axial yang lubang pompanya (bore size) lebih besar dari 1500 mm.

c. Kombinasi pemasangan pompa

Kombinasi pemasangan pompa harus memenuhi syarat titik kerja optimal pompa. Titik ini terletak pada titik potong antara kurva sistem dan kurva pompa. Penggunaan beberapa pompa kecil akan menghemat lebih banyak uang daripada menggunakan satu pompa besar. Ini terjadi ketika jumlah air yang digunakan minimal di area distribusi. Efisiensi masing-masing pompa berubah karena perubahan cara kerjanya.. Terdapat sejumlah bangunan pelengkap penyediaan air bersih dimana jenis dan konstruksinya sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dan keluasan wilayah . beberapa bangunan pelengkap seperti :

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

Tabel 2. 12 Jumlah 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. Velve

Velve adalah salah satu struktur yang mendukung jaringan pipa distribusi dan transmisi. Bak Pelepas Tekan digunakan untuk mengurangi tekanan berlebih pada aliran, yang dapat menyebabkan pipa pecah. Ada selisih permukaan yang lebih besar karena lokasi sumber yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pemukiman atau pelayanan. Ada tekanan di dalam pipa karena perbedaan tinggi ini. Karena tekanan dalam pipa meningkat seiring dengan perbedaan ketinggiannya, tekanan harus dilepas atau dihilangkan. Bak Pelepas Tekan ditempatkan di lokasi khusus di pipa distribusi dengan jarak 60 hingga 100 meter dari titik awal distribusi.



(Sumber: Antara Bak Pelepas Tekanan dan Pipa Bertekanan - Jakarta Blog (hatenablog.com))

2.10. Metode Pelaksanaan

Metode inovatif diperlukan dalam proyek konstruksi untuk menyelesaikan berbagai masalah yang ada di lapangan. Penggunaan metode pelaksanaan konstruksi yang tepat akan membantu proyek diselesaikan dengan cepat dan tepat waktu. Ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan saat memilih metode untuk menjalankan proyek, seperti:

1. Biaya
2. Waktu
3. Teknologi yang tersedia
4. Lahan yang ada
5. Pengalaman proyek sejenis

2.11. Analisa Studi Kelayakan

Studi kelayakan proyek adalah studi yang menyeluruh yang berfokus pada semua aspek kelayakan proyek atau investasi dengan tujuan untuk mempelajari usulan proyek atau usulan investasi secara profesional agar sesuai dengan rencana, bukan hanya setelah diterima dan dilaksanakan (Soeharto, 1997).

Investasi adalah investasi jangka panjang, jadi Anda harus tahu dari awal bahwa investasi akan diikuti oleh pengeluaran lain yang harus dilakukan secara teratur. Pengeluaran tersebut termasuk biaya operasional, biaya perawatan, dan biaya tidak dapat dihindari lainnya. Investasi tidak hanya akan mengeluarkan uang, tetapi juga akan menghasilkan keuntungan dari penjualan barang atau jasa.

Terdapat berbagai metode dalam mengevaluasi kelayakan investasi dan yang umum dipakai yaitu:

2.11.1. NPV (Net Present Value)

Menurut Kresnohadi Ariyoto (1978), nilai sekarang dari penerimaan dan pengeluaran dibandingkan dengan nilai sekarang dari pengeluaran dan pengeluaran pada bunga tertentu disebut sebagai nilai aktual. Metode ini memanfaatkan faktor diskonto. Setiap pengeluaran dan penerima harus dibandingkan dengan nilai yang sebanding dalam arti waktu jika keduanya terjadi pada waktu yang tidak bersamaan. Ini berarti bahwa kita harus membuat penilaian yang sebanding dengan nilai pengeluaran dan penerimaan dalam hal ini. Padahal nilai uang sekarang tidak sama (lebih tinggi) dari nilai uang di kemudian hari, pengeluaran dilakukan pada saat pertama, sedangkan penerimaan diterima pada saat berikutnya. Oleh karena itu, kita harus mengurangi jumlah estimasi penerimaan dan menghasilkan jumlah nilai sekarang (penilaian yang sebanding dengan pengeluarannya) (Husnan, 2000). Dengan menggunakan formula berikut, nilai investasi saat ini dapat diperoleh.:

$$NPV = PWB - PWC \dots\dots\dots(2.16)$$

$$PWB = \sum_{t=0}^n C c_t (FPB) \dots\dots\dots(2.17)$$

$$PWC = \sum_{t=0}^n C c_t (FPB) \dots\dots\dots(2.18)$$

$$PW = \frac{R_t}{(1-i)^t} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

NPV = *Net present value*

PWB = *Present Worth of Benefit*

PWC = *Present Worth of Cost*

Cb = *Cash Flow Benefit*

Cc = *Cash Flow Cost*

N = *Umur Investasi*

FPB = *Faktor bunga Present*

t = *Periode Waktu*

R_t = *Arus kas bersih dalam waktu t*

Apabila didapat nilai NPV sebagai berikut :

NPV > 0, Proyek menguntungkan

NPV < 0, proyek tidak layak diusahakan

NPV = 0, berarti netral berada pada *break even point* (BEP)

2.11.2. Benefit Cost Ratio (BCR)

Metode menghitung perbandingan antara keuntungan dan biaya dalam suatu proyek investasi. Pada proyek swasta, keuntungan biasanya berupa pendapatan yang dikurangkan dari biaya pertama (seperti operasi dan produksi), tetapi biaya pertama adalah biaya. Untuk melakukan ini, rumus yang digunakan adalah:

$$BCR = \frac{PWB}{PWC} \dots\dots\dots(2.20)$$

dimana:

BCR = Perbandingan manfaat terhadap biaya (benefit cost ratio)

PWB = *Present Worth of Benefit* atau nilai sekarang *benefit*

PWC = *Present Worth of Cost*

Apabila didapat nilai BCR sebagai berikut: $B/C \geq 1$ atau B

$\geq C$ (proyek diterima),

$B/C < 1$ atau $B < C$ (proyek ditolak),

$B/C = 1$ atau $B = C$ (proyek dilaksanakan atau tidak dilaksanakan tidak

berpengaruh).

2.11.3. Internal Rate of Return (IRR)

Internal rate of return adalah tingkat diskon, juga dikenal sebagai discount rate, yang menjadikan sama antara nilai saat ini dari uang yang diterima dan nilai saat ini dari nilai investasi atau nilai, dan menunjukkan nilai net saat ini atau sama besarnya dengan nol. Namun, kita dapat menemukan internal rate of return dengan

menggunakan rumus berikut. :

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1) \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

IRR = Internal Rate of Return yang akan dicari

i_1 = Internal Rate (tingkat bunga) untuk penempatan ke-1

i_2 = Internal Rate (tingkat bunga) untuk penempatan ke-2

NPV_1 = *Net Present Value* dari hasil *Internal Rate*

NPV_2 = *Net Present Value* dari hasil *Internal Rate*

Untuk pengambilan keputusan kriteria IRR ini dengan cara dibandingkan dengan *Minimum Attractive Rate of Return* atau dapat dibandingkan dengan biaya modal (*Weighted Average Cost of Capital*).

$IRR > WACC$ (*Weighted Average Cost of Capital*) → investasi layak dilaksanakan.

$IRR < WACC$ (*Weighted Average Cost of Capital*) → investasi tidak layak dilaksanakan.

$$WACC = (W_h \times K_h) + (W_e \times K_e) \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana;

W_h = Persentase bobot hutang dalam struktur pembiayaan

K_h = Biaya hutang

W_e = Persentase bobot dana sendiri dalam struktur pembiayaan

K_e = Biaya modal dana sendiri

2.11.4. PBP (Payback Period)

Menurut Giatman (2005:85), metode PBP pada Tujuan utamanya adalah untuk mengetahui berapa lama (periode) investasi dapat dikembalikan saat kondisi pulang pokok (break even point) terjadi. Periode pengembalian (k) diperlukan saat kondisi BEP adalah :

$$k = \frac{\text{investasi}}{\text{annual benefit}} \times \text{periode waktu} \dots\dots\dots(2.22)$$

Kriteria dan ukuran tertentu diperlukan untuk menentukan apakah rencana investasi tersebut layak secara ekonomis. Rencana investasi dalam metode PBP dianggap layak :

Jika, $k < n$ dinyatakan layak

k = jumlah periode pengembalian

n = umur investasi

