BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Air Bersih

Secara umum air bersih merupakan air yang layak digunakan sebagai air baku untuk air minum. Air bersih biasanya dimanfaatkan untuk mencuci, memasak, dan mandi. Dengan dimasak dan difiltrasi dengan alat yang tepat, air bersih juga dapat dimanfaatkan sebagai kebutuhan harian. Berdasarkan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010, air bersih didefinisikan sebagai air yang memenuhi persyaratan fisik, kimiawi, mikrobiologi, dan radioaktivitas.

Air bersih yang dapat dimanfaatkan merupakan hasil dari beberapa sumber air bersih yang telah diproses sehingga dapat dikonsumsi. Untuk sistem penyediaan air bersih, sumber air bersih mutlak diperlukan. Menurut Sutrisno dan Suciati (1987), Air bersih dapat digolongkan menjadi empat kelompok berdasarkan sumbernya:

1. Air Atmosfer

   Air atmosfer berasal dari proses evaporasi air permukaan dan evapotranspirasi dari tumbuh-tumbuhan melalui proses kondensasi dengan bantuan sinar matahari, kemudian hasil kondensasi tersebut jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, salju, atau embun. Air atmosfer memiliki sifat tanah atau *Soft Water* karena kurang mengandung garam dan zat-zat mineral. Selain itu, air atmosfer dapat mempercepat korosi karena sifatnya yang agresif, terutama pada bak-bak reservoir dan pipa penyalur.

2. Air Laut

   Karena mengandung garam NACL, air laut bersifat asin. Air laut memiliki kadar garam kurang lebih 3%. Dalam keadaan seperti ini, air laut tidak dapat digunakan sebagai air minum jika belum diolah terlebih dahulu. Air laut jarang digunakan sebagai air minum karena proses pengolahan untuk menghilangkan kadar garamnya sangat mahal.

3. Air Permukaan

   Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air Permukaan yang paling sering digunakan sebagai sumber air bersih adalah:

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

Pada umumnya air permukaan di Indonesia telah terkontaminasi oleh zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan, sehingga perlu diolah terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat.

4. Air Tanah

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Air tanah biasanya jernih dan memiliki kualitas air yang stabil sepanjang waktu.

Air tanah berasal dari air hujan yang turun ke permukaan bumi dan meresap ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi alami. Oleh karena itu air tanah lebih murni dan lebih baik daripada air permukaan. Air tanah terbagi atas:

a. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terbentuk karena proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur dan beberapa bakteri akan tertahan, sehingga air tanah ini lebih jernih. Akan tetapi lebih banyak mengandung zat kimia karena unsur kimia yang berbeda ditemukan di setiap lapisan tanah. Pengotoran terus terjadi, terutama pada permukaan air yang dekat dengan tanah. Sumur-sumur dangkal menggunakan air tanah dangkal ini untuk sumber air minum.

b. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terletak di bawah lapisan rapat air pertama. Bor diperlukan untuk mengambil air ini karena kedalamannya berkisar antara 100 sampai 300 meter. Apabila tekanan air tanah besar maka air akan menyembur ke permukaan sumur yang disebut dengan sumur atesis. Diperlukan pompa jika air tidak dapat keluar sendiri.

c. Mata Air

Mata air merupakan air tanah yang keluar sendiri ke permukaan tanah. Pemanfaatan mata air sebagai sumber air bersih dapat dilaksanakan apabila mata air tersebut dihasilkan dari aliran air di bawah tekanan hidrostatik akibat dari gaya gravitasi (Soetrisno, 2004).

Secara kualitas, mata air muncul ke permukaan tanah akibat tekanan di dalam tanah, yang membuatnya sangat baik untuk dimanfaatkan sebagai air baku, pada umumnya, mata air cukup jernih dan tidak mengandung zat padat tersuspensi karena proses penyaringan alami di mana lapisan batuan atau tanah berfungsi sebagai media penyaringan.

Air tanah yang ada di Desa Cintakarya memiliki potensi untuk menjadi sumber air bersih. Kriteria yang digunakan untuk menentukan prioritas air tanah yang digunakan, termasuk:

1. Hidrologi

   Terkait dengan debit air, jumlah air, dan kualitas air itu sendiri.

2. Aksesibilitas

   Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan yaitu:

   a. Jarak dari lokasi air tanah ke pengguna.
   b. Fungsi sumber air saat ini.
   c. Kondisi sumber air saat ini.
   d. Akses ke lokasi air tanah.

2.1.1 Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih

Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih tentunya memiliki manfaat yang luas dan berkelanjutan dalam segala aspek kehidupan. Oleh karena itu, penyediaan air bersih harus memenuhi syarat yang aman dalam segi higenisnya, dapat dimanfaatkan sebagai air minum, tersedia dalam jumlah yang cukup, dan dapat dijangkau untuk semua tingkat sosial. Untuk memenuhi persyaratan air bersih agar layak, maka diperlukan penerapan konsep 3K

a. Persyaratan Kualitatif

   Konsep kualitatif adalah persyaratan yang mencakup gambaran mutu dan kualitas air yang akan didistribusikan. Syarat fisik, syarat kimia, syarat mikrobiologis, dan syarat radiologis adalah beberapa syarat yang harus dipenuhi agar air aman dan sehat untuk dikonsumsi tanpa menimbulkan dampak negatif.

   1. Syarat Fisik

      Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Untuk pertimbangan estetika, warna air menjadi salah satu syarat untuk air bersih. Selain itu, air bersih tidak boleh memiliki rasa asin, manis, pahit, dan asam (tawar). Bau yang terdapat pada air biasanya bau busuk, bau amis, dan sebagainya. Sebaiknya suhu air sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25◦C. Sedangkan untuk jernih atau keruhnya air, semakin banyak mengandung koloid maka air semakin keruh.

   2. Syarat Kimia

      Secara kimia, air bersih tidak boleh mengandung zat-zat beracun yang dapat mengganggu kesehatan dan tidak terdapat zat-zat melebihi kadar yang telah

ditentukan. Selain itu, air bersih juga tidak boleh mengandung zat kimia tertentu yang mengakibatkan gangguan ekonomis.

Menurut (Chandra, 2006), Salah satu persyaratan kimia untuk air bersih adalah kesadahan. Air untuk keperluan air minum dan masak hanya diperbolehkan dengan batasan kesadahan 50-150 mg/L. Apabila kesadahan air diatas 300 mg/L maka air sudah termasuk sangat keras,

3. Syarat Mikrobiologis

Secara mikrobiologis, air bersih tidak boleh mengandung kuman-kuman patogen dan parasitik. Kuman patogen dan parasitik yang terdapat pada air biasanya kuman-kuman *typus*, *colera*, *dysentri*, dan *gastroenteris*. Jika bakteri tersebut ditemukan pada air, maka akan mengganggu kesehatan dan menimbulkan penyakit. Untuk mengetahui adanya bakteri patogen pada air dapat dilakukan pengamatan ada tidaknya bakteri *E. Coli* yang merupakan bakteri indikator pencemaran air.

4. Syarat Radiologis

Secara radiologis, air bersih tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan zat-zat yang mengandung radioaktif seperti sinar alfa, gamma, dan beta.

b. Persyaratan Kuantitas

Persyaratan kuantitas ditunjukkan dari debit air bersih yang didistribusikan ke daerah layanan atau konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan. Kebutuhan sediaan air bersih setiap daerah layanan berbeda-beda, bergantung pada letak geografis, budaya, tingkat ekonomi dan skala perkotaan tempat tinggalnya. Syarat kuantitas berarti bahwa air bersih yang tersedia harus memenuhi standar kebutuhan air yang dibutuhkan.

Sumber air bersih biasanya berasal dari air dalam tanah atau air permukaan. Untuk wilayah Desa Cintakarya, sumber penyediaan air bersih berasal dari air tanah yang berasal dari air sungai bawah tanah. Dimana kuantitas air yang berasal dari air tanah ini mencukupi untuk didistribusikan. Kuantitas air yang mengalir dari pusat distribusi sangat penting untuk analisis jaringan distribusi. Karena tujuan utama dari analisis jaringan distribusi adalah untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat dengan baik.

c. Persyaratan Kontinuitas

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat, air baku yang digunakan harus diambil secara terus menerus. Baik pada musim kemarau maupun musim hujan, air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan debit yang relatif

konstan. Kontinuitas juga dapat berarti air bersih harus tersedia setiap hari, atau setiap saat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air. Meskipun demikian, kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia. Oleh karena itu, satu-satunya cara untuk mengetahui tingkat kontinuitas penggunaan air adalah dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas penggunaan air. Prioritas penggunaan air minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam-jam aktifitas sekitar pukul 06.00 – 18.00.

2.2 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air merupakan banyaknya air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, penggelontoran kota, dan lain-lain. Semua kebutuhan air sangat penting, termasuk kebutuhan air untuk rumah tangga, industri, pelayanan umum, dan penggantian kebocoran (Moegijantoro, 1995).

Untuk menentukan kapasitas sistem penyediaan air bersih dibutuhkan suatu dasar standar perencanaan yang digunakan sebagai acuan dalam perancangan (mengacu pada ketentuan Dirjen Cipta Karya). Dalam kriteria tersebut mencakup:

1. Kebutuhan air domestik dan non domestik.
2. Tingkat pelayanan.
3. Waktu operasi sistem.
4. Periode perencanaan.
5. Kehilangan air.

2.2.1 Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Kebutuhan air terbagi menjadi dua jenis, yaitu domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik digunakan untuk minum, memasak, mandi, mencuci pakaian, dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Sementara itu kebutuhan air non domestik digunakan untuk perkantoran, tempat ibadah, perdagangan, dan kegiatan komersil lainnya.

a. Kebutuhan Air Bersih Domestik

Menurut Kindler dan Russel (1984), kebutuhan air untuk kebutuhan domestik meliputi semua kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga, diantaranya untuk makanan, memasak, mandi, mencuci, sanitasi, mencuci kendaraan, dan menyiram tanaman. Tingkat kebutuhan air beragam berdasarkan keadaan alam setiap wilayah, banyaknya penghuni rumah, karakteristik penghuni serta ada atau tidaknya perhitungan pemakaian air. Digunakan satuan liter/orang/hari. Untuk menghitung penggunaan air untuk masing-masing komponen (kelompok per Sambungan Rumah) dalam perencanaan dan perhitungan, maka digunakan

asumsi-asumsi yang berdasarkan pada kategori kota, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Tingkat Pemakaian Air Rumah Tangga sesuai Kategori Kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Sistem	Tingkat Pemakaian Air (liter/orang/hari)
1	Kota Metropolitan	> 1.000.000	Non Standar	190
2	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	Non Standar	170
3	Kota Sedang	100.000 – 500.000	Non Standar	150
4	Kota Kecil	20.000 – 100.000	Standar BNA	130
5	Kota Kecamatan	< 20.000	Standar IKK	100
6	Kota Pusat Pertumbuhan	< 3.000	Standar DPP	30

Sumber: SK-SNI Air Bersih, 1990

Kebutuhan domestik ditujukan untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga yang dilakukan melalui:

1. Sambungan Langsung

   Sambungan langsung merupakan jenis sambungan pelanggan yang menyediakan air langsung ke rumah. Biasanya terdiri dari sambungan pipa-pipa distribusi air melalui meter air dan instalasi pipanya di dalam tanah.

2. Sambungan Umum

   Sambungan umum merupakan jenis pelayanan pelanggan sistem air minum perpipaan atau non perpipaan yang memiliki sambungan per kelompok pelanggan dan memiliki tingkat pelayanan hanya untuk memenuhi kebutuhan air minum setiap pelanggan dengan mengambil masing-masing ke pusat penampungan. Besarnya penggunaan air adalah 30 liter/orang/hari.

Tabel 2.2 Kebutuhan Air Domestik berdasarkan SNI Tahun 1997

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		>1.000.000	500.001-1.000.000	100.001-500.000	20.000–100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (Liter/orang/hari)	190	170	150	130	30
2	Konsumsi Unit HidranUmum (HU) l/o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumsi Unit NonDomestik l/o/h	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
5	Faktor Hari Maks.	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah Jiwa per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah Jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (mka = meter kolom air)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir (% max day demand)	20	20	20	20	20
12	SR : HR	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan Pelayanan (%)	*)90	90	90	90	90

Sumber: *Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 1997*

*) tergantung survei sosial ekonomi

***)* 60% Perpipaan, 30% Non Perpipaan

***) 25% perpipaan, 45% non perpipaan

b. Kebutuhan Air Bersih untuk Non Domestik

Kebutuhan air non domestik dibutuhkan sebagai penunjang aktifitas masyarakat selain kebutuhan air domestik. Akan tetapi, untuk kategori desa Ditjen Cipta Karya

sudah merumuskan besarannya yaitu sebesar 15% sampai dengan 30% dari kebutuhan domestik. Kebutuhan air non domestik pada umumnya dimanfaatkan untuk:

1. Pemanfaatan komersial dan industri
2. Pemanfaatan air untuk keperluan umum, seperti fasilitas pemerintah, rumah sakit, sekolah, dan tempat ibadah.

Tabel 2.3 Kebutuhan Air Non Domestik

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		>1.000.000	500.001 – 1.000.000	100.001 – 500.001	20.000 – 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (Liter/orang/hari)	>150	150-120	90-120	80-120	60-80
2	Konsumsi Unit HidranUmum (HU) l/o/h	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
3	Konsumsi Unit NonDomestik l/o/h a. Niaga Kecil b. Niaga Besar c. Industri Besar d. Pariwisata	 600-900 1000-5000 0,2-0,8 0,1-0,3	 600-900 1000-5000 0,2-0,8 0,1-0,3		 600 1.500 0,2-0,8 0,1-0,3	
4	Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20
5	Faktor HariMaksimum	1,15-1,25	1,15-1,25	1,15-1,25	1,15-1,25	1,15-1,25
6	Faktor Jam Puncak	1,75-2.0	1,75-2.0	1,75-2.0	1,75-2.0	1,75-2.0
7	Jumlah Jiwa per SR	5	5	6	6	10
8	Jumlah Jiwa per HU	100	100	100	100-200	20 0
9	Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (mka = meter kolomair)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir (% *max day demand*)	15-25	15-25	15-25	15-25	15-25
12	SR : HR	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan Pelayanan(%)	*)90	90	90	90	90

Sumber: *Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 1997*

**) 70% Perpipaan, 30% Non Perpipaan*

Tabel 2.14, Tabel 2.15, dan Tabel 2.16 menunjukkan kebutuhan air non domestik untuk kategori I sampai dengan kategori V.

Tabel 2.4 Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori I, II, III, IV

Sektor	Nilai	Satuan
Warung/ Pertokoan	10	Liter/pegawai/hari
Sekolah	10	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	2.000	Liter/unit/hari
Masjid	3.000	Liter//unit/hari
Gereja	1.000	Liter/unit/hari
Kantor	10	Liter/pegawai/hari
Pasar	12.000	Liter/pegawai/hari
Hotel	150	Liter/tempat tidur/hari
Rumah Makan	100	Liter/tempat duduk/hari
Kompleks Militer	60	Liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2 – 0,8	Liter/detik/hektar
Kawasan Pariwisata	0,2 – 0,3	Liter/detik/hektar

Sumber: *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 2000*

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

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	5	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	1.200	Liter/hari
Hotel/Losmen	90	Liter/hari
Komersial/Industri	10	Liter/hari

Sumber: *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 2000*

Tabel 2.6 Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori Lain

Sektor	Nilai	Satuan
Lapangan Terbang	10	Liter/detik
Pelabuhan	50	Liter/detik
Stasiun KA – Terminal Bus	1.200	Liter/detik
Kawasan Industri	90	Liter/detik

Sumber: *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 2000*

2.2.2 Tingkat Pelayanan

Selama periode perencanaan, tingkat pelayanan meningkat seiring dengan pertumbuhan pembangunan dan populasi. Semakin banyak jumlah penduduk di suatu daerah maka permintaan pelayanan air bersih juga semakin meningkat. Tingkat pelayanan dapat berkisar antara 50%-100% dari jumlah penduduk administrasi dan disusaikan dengan tujuan pengadaan air bersih pemerintah. Desa Bungur Raya ini mengajukan 80 sambungan langsung/sambungan rumah yang akan menjadi daerah layanan air bersih.

2.2.3 Waktu Operasi Sistem

Waktu operasi sistem harus berdasarkan konsep kontinuitas yang berlangsung selama 24 jam dengan keuntungan:

1. Konsumen terus menerus mendapatkan air
2. Konsumen akan selalu mendapatkan air yang masih baru

2.2.4 Periode Perencanaan

Periode perencanaan digunakan untuk menghitung kapasitas sistem yang dibutuhkan dalam jangka waktu tertentu. Sesuai standar yang ditetapkan maka periode perencanaan adalah 10 tahun.

2.2.5 Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan selisih banyaknya air yang disediakan dibandingkan dengan air yang dikonsumsi. Kehilangan air fisik/teknis maksimal 20%, dengan komponen utama penyebab kehilangan atau kebocoran air yaitu kebocoran pada pipa transmisi dan pipa induk, kebocoran dan luapan pada tangki reservoir, kebocoran pada pipa dinas hingga meter pelanggan (Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 2000)

Pada umumnya, kehilangan air atau kebocoran dalam sistem jaringan pipa distribusi air bersih dapat dibedakan menjadi 2 faktor (DPUD Jendral Cipta Karya Direktorat Air Bersih, 1987, p.158) yaitu:

1. Kehilangan air akibat faktor teknis:
   - Adanya lubang pada pipa terutama pada sambungan pipa.
   - Pipa pada jaringan distribusi tersebut mengalami pecah.
   - Pemasangan pipa di rumah konsumen yang kurang baik.
   - Meter yang dipasang di konsumen kurang baik.
2. Kehilangan air akibat faktor non teknis:
   - Kesalahan membaca meteran air.
   - Kesalahan penulisan hasil pembacaan meteran air.
   - Adanya aliran udara di dalam pipa yang mengakibatkan angkan yang ditunjukkan meteran air berkurang.

2.2.6 Teori yang Digunakan dalam Kebutuhan Air

1. Proyeksi Jumlah Penduduk

Besar jumlah penduduk biasanya mempengaruhi jumlah air bersih yang diperlukan, yang berdampak pada penghitungan debit yang diperlukan di wilayah tertentu. Untuk menentukan jumlah proyeksi kebutuhan air bersih dapat dilakukan dengan menghitung angka pertumbuhan penduduk untuk diproyeksikan terhadap kebutuhan air bersih.

Proyeksi adalah metode yang mendekati untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa mendatang, dengan mempertimbangkan jumlah penduduk masa lampau. Ada beberapa metode untuk menghitung pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun untuk kebutuhan air bersih penduduk Desa Cintakarya, yaitu sebagai berikut:

a. Metode Analisis Geometrik

Metode Geometrik menganggap bahwa pertumbuhan penduduk akan meningkat dengan sendirinya. Penggunaan metode ini didasarkan pada perkembangan yang terjadi dengan menurun dan setelah itu naik, yang disebabkan oleh padatnya penduduk yang mendekati jumlah maksimum.

$$Pn = Po(1 + i)^n \tag{2.1}$$

Keterangan:

Pn = Jumlah penduduk pada tahun n perencanaan (jiwa)

Po = Jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa)

i = Ratio angka pertumbuhan penduduk per tahun (dalam %)

n = Periode tahun perencanaan

b. Metode Aritmatika

Metode aritmatika menganggap bahwa pertumbuhan penduduk akan bertambah dengan jumlah yang sama atau konstan setiap tahun dalam beberapa tahun yang akan datang.

$$Pn = Po(1 + in) \quad (2.2)$$

Keterangan:

Pn = Jumlah penduduk tahun ke-n perencanaan (jiwa)

Po = Jumlah penduduk tahun awal perencanaan (jiwa)

i = Ratio angka pertumbuhan tiap tahun (%)

n = Periode tahun perencanaan.

c. Metode Eksponensial

Perhitungan metode eksponensial memberikan gambaran pertambahan penduduk yang terjadi dengan jangka panjang dan jangka menengah sedikit demi sedikit

$$Pn = Po.e(in) \quad (2.3)$$

Keterangan:

Pn = Jumlah penduduk tahun ke-n perencanaan (jiwa)

Po = Jumlah penduduk tahun awal perencanaan (jiwa)

e = Bilangan logaritma natural (2.7182818)

i = Ratio angka pertumbuhan tiap tahun (%)

n = Periode tahun perencanaan.

d. Pemilihan Kesesuaian Metode Proyeksi Penduduk

Uji kesesuaian metode proyeksi dapat dilakukan dengan cara menentukan metode proyeksi penduduk yang dipakai sebagai dasar perencanaan yaitu memilih satu metode yang mewakili pola pertumbuhan penduduk di wilayah perencanaan. Salah satu metode tersebut adalah standar deviasi.

Standar deviasi merupakan salah satu perhitungan kesesuaian metode proyeksi penduduk yang digunakan untuk menentukan sebaran data dalam sampel, dan seberapa dekat titk data individu ke nilai rata-rata sampel. Data menjadi kurang akurat apabila nilai standar deviasi semakin besar. Adapun perhitungan nilai standar deviasi adalah sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

Pn = Jumlah penduduk tahun ke-n perencanaan (jiwa)

Po = Jumlah penduduk tahun awal perencanaan (jiwa)

e = Bilangan logaritma natural (2.7182818)

2. Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

Fluktuasi kebutuhan air dimaksud sebagai air yang tidak merata untuk setiap satuan waktu dari fluktuasi pemakaian air pada hari maksimum dan pemakaian air pada jam puncak. Kebutuhan hari maksimum dan jam puncak sangat diperlukan dalam perhitungan kebutuhan air, karena menyangkut kebutuhan pada hari-hari tertentu dan pada jam puncak pelayanan.

Pemakaian pada hari maksimum diartikan sebagai pemakaian tertinggi pada hari tertentu selama periode 1 (satu) tahun. Dalam analisis ini faktor pemakaian pada hari maksimum ditentukan 1,1 kali kebutuhan rata-rata. Pemakaian pada jam puncak diartikan sebagai pemakaian tertinggi pada jam-jam tertentu selama periode 1 (satu) hari, ditentukan 1,5 kali kebutuhan rata-rata. Kebutuhan air terbagi atas kebutuhan air jam puncak yaitu kebutuhan air tertinggi pada jam tertentu setiap hari, kebutuhan air maksimum yaitu kebutuhan terbesar setiap hari dalam satu periode pengamatan, dan kebutuhan air rata-rata yang digunakan setiap hari. (SNI-7509, 2011)

Perkiraan kebutuhan air bersih penduduk Desa Cintakarya dapat dihitung menggunakan beberapa cara yaitu sebagai berikut:

a. Kebutuhan Air,

$$Qmd = Jumlah\ penduduk\ x\ q \quad (2.5)$$

b. Kebutuhan Air Harian Maksimum,

$$Q_{maxday} = Q_{average} \times Factor\ Maxday \quad (2.6)$$

c. Kebutuhan Air Jam Puncak,

$$Q_{peak} = Q_{average} \times Factor\ Peak \quad (2.7)$$

keterangan:

$Q_{average}$ = debit kebutuhan air rata-rata (jiwa)

Q_{total} = debit kebutuhan air total (jiwa)

Q_{maxday} = debit kebutuhan air harian maksimum (m3/detik)

Q_{peak} = debit kebutuhan air jam puncak (%)

Factor Maxday = faktor maksimum (dari Tabel 2.8)

Factor Peak = faktor puncak (dari Tabel 2.8)

Nilai faktor hari maksimum dan faktor jam puncak telah ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya Pekerjaan Umum.

Tabel 2.7 Nilai Faktor Hari Maksimum dan Faktor Jam Puncak

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Faktor Maksimum	Faktor Puncak
1	Kota (I)	> 1.000.000	1,1	1,5
2	Metropolitan (II)	500.000 s/d 1.000.000	1,1	1,5
3	Besar (III)	100.000 s/d 500.000	1,1	1,5
4	Sedang (IV)	20.000 s/d `100.000	1,1	1,5
5	Desa (V)	< 20.000	1,1	1,5

Sumber: Ditjen Cipta Karya Pekerjaan Umum, 2000

2.3 Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi merupakan sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini terdiri dari *reservoir* dan pipa distribusi.

Tugas utama sistem distribusi air bersih yaitu menghantarkan air bersih kepada pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal.

Syarat teknis yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sistem distribusi air bersih adalah sebagai berikut:

1. Daerah layanan, jumlah penduduk, dan fasilitas yang akan dilayani.
2. Debit air yang disediakan harus memenuhi distribusi daerah pelayanan.
3. Kondisi topografi daerah layanan untuk menentukan pola jaringan dan sistem aliran yang sesuai.

Kemudian komponen dari jaringan sistem distribusi air bersih perpipaan terdiri dari:

a. *Reservoir*

Reservoir merupakan suatu tempat yang dapat menampung air sebelum selanjutnya dilakukan proses pendistribusian kepada daerah pelayanan. Biasanya bangunan *reservoir* ditempatkan dekat dengan jaringan distribusi air pada ketinggian yang cukup agar mengalirkan air dengan baik dan merata ke seluruh masyarakat yang membutuhkan.

Reservoir memiliki fungsi yang sangat penting terhadap sistem penyediaan air bersih di suatu daerah. *Reservoir* dibutuhkan karena perbedaan kapasitas pada jaringan transmisi

jaringan yang menggunakan kebutuhan maksimum per hari dengan kebutuhan pada jam puncak untuk sistem distribusi. Apabila pemakaian air berada di bawah rata-rata, *reservoir* akan menampung kelebihan air untuk digunakan saat pemakaian maksimum.

Fungsi lain dari *reservoir* adalah *:*

1. Memberikan tambahan tekanan air di jaringan pipa distribusi yaitu khususnya bagi reservoir yang memiliki bentuk menara.
2. Menjadikan tekanan air di jaringan pipa distribusi menjadi lebih stabil.
3. Menjadi tempat untuk menampung persediaan air disaat dalam keadaan darurat.
4. Bisa menjadi tempat untuk mencampur air dengan larutan kimia, khususnya pada pembubuhan disinfektan. Di mana pencampuran bahan kimia ini dilakukan di dalam *reservoir* supaya pencampuran tersebut lebih merata, selain itu, dengan durasi pencampuran yang lebih lama, maka hal tersebut diharapkan bisa mengurangi sisa zat klor yang berlebih.
5. Bisa menjadi tempat untuk mengendapkan pasir ataupun kotoran-kotoran lain yang mungkin masih terbawa oleh air yang berasal dari instalasi pengolahan ataupun dari sumur dalam.
6. Diharapkan mampu menghemat pemakaian energi listrik, apabila *reservoir* diisi dengan menggunakan pompa, yaitu ketika proses pemompaan pada *reservoir* dapat dijalankan dengan lebih merata.

Reservoir dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan lokasinya, yaitu:

1. *Elevated Reservoir*

   Reservoir yang menyimpan atau menampung air yang terletak diatas tanah.
2. *Ground Reservoir*

   Reservoir yang menyimpan atau menampung air yang terletak dibawah tanah.

Adapun bagian-bagian dari *reservoir* antara lain sebgai berikut:

1. Bak penampungan, merupakan bagian terpenting di dalam *reservoir*.
2. Bagian perpipaan, di mana pada bagian perpipaan ini terdiri dari berbagai macam pipa seperti pipa air keluar atau disebut juga pipa outlet, pipa air masuk atau pipa atau disebut juga inlet, pipa peluap yang bertujuan sebagai pembuang air apabila berlebih, dan pipa penguras, serta pipa udara.
3. Lubang inspeksi (*Manhole*), merupakan tempat untuk melakukan inspeksi pada *Reservoir*.
4. Tangga naik dan juga tangga untuk masuk ke dalam *reservoir*.
5. Alat untuk menunjukan tinggi muka air, biasanya disimpan dalam *reservoir*.

6. Alat untuk pengukur meter air atau debit air, biasanya alat pengukur ini dipasang pada pipa air masuk ataupun pada pipa air keluar *reservoir*.

b. Jaringan Perpipaan

Jaringan perpipaan adalah penghubung antara *node*. Penghubung antar pipa tersebut biasanya berupa *tee* yang tergolong sebagai aksesoris pipa. Aksesoris pada jaringan perpipaan mempengaruhi kehilangan air. Fungsi dari jaringan perpipaan untuk mengalirkan air dari penyedia distribusi menuju konsumen. Jaringan perpipaan terdiri dari beberapa komponen, meliputi:

1. Pipa utama (primer)

   Pipa utama adalah pipa distribusi yang menghubungkan blok-blok pelayanan dalam area yang dilayani, dimulai dari *reservoir* ke seluruh jaringan. Pipa ini tidak dapat dipakai untuk melayani penyadapan *(tapping)* ke konsumen. Jenis pipa yang digunakan harus mempunyai ketahanan tinggi terhadap tekanan.

2. Pipa distribusi (sekunder)

   Pipa distribusi digunakan untuk menyadap air langsung dari pipa utama agar dialirkan ke suatu blok pelayanan. Jenis pipa yang digunakan sebaiknya memiliki kualitas yang relatif sama dengan pipa utama. Pipa distribusi terhubung secara langsung dengan pipa servis dan diameternya dapat ditentukan berdasarkan banyaknya pipa servis yang terhubung dengan pipa distribusi tersebut.

3. Pipa servis/tersier

   Pipa servis merupakan pipa yang melayani dan terhubung secara langsung dengan konsumen. Pipa ini berkaitan dengan pipa distribusi dan mengalirkan air ke konsumen dengan diameter tertentu sesuai dengan pemakaian konsumen.

4. *Fitting* dan aksesoris

   Fitting dapat berupa *tee* dan *bend* yang menyambungkan satu pipa ke pipa lain sedangkan aksesoris yang umumnya digunakan adalah *valve, enlarger,* dan *reducer.*

5. *Water* meter

   Water meter digunakan untuk memonitor penggunaan air.

6. Keran kebakaran/hidran

   Keran kebakaran dimanfaatkan untuk titik pengambilan air pada saat kebakaran dan juga dapat berfungsi sebagai ventilasi (*air valve*).

Metode yang dipakai adalah sebagai berikut:

1. Metode Gravitasi

Metode Gravitasi sumber penyediaan air terletak di tempat yang lebih tinggi daripada area yang akan didistribusikan, sehingga tekanan yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan baik domestik maupun non domestik. Metode ini pengalirannya paling efektif jika pipa dari sumber air ke tempat pelayanan memungkinkan penggunaan pipa.

2. Distribusi Pompa dengan *Reservoir*

Metode ini cukup hemat biaya karena pemompaan airnya tidak berlangsung secara terus-menerus.Air yang dipompa akan mengalir ke seluruh *reservoir*. Apabila kebutuhan air memuncak, air akan mengalir ke daerah pelayanan.

2.1.1 Analisis Hidrolika Jaringan Perpipaan

Hidrolika merupakan bagian dari hidromekanika yang berhubungan dengan gerak air. Hidrolika merupakan ilmu yang mempelajari tentang perilaku air yang ditelaan harus terukur secara fisik. Perilaku yang dimaksud adalah hubungan antara debit air mengalir didalam pipa yang dikaitkan dengan diameter pipa sehingga diketahui gejala seperti tekanan, kehilangan energi dan gaya lainnya. Fluida dalam pipa dianggap memiliki kecepatan yang konstan apabila melewati pipa dengan diameter yang sama. Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi lebih besar menuju tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil. Menurut Priyantoro (1991) aliran tersebut memiliki tiga macam energi yang bekerja di dalamnya, yaitu:

1. Energi kinetik, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan kecepatannya.
2. Energi tekanan, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan tekanannya.
3. Energi ketinggian, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan ketinggiannya terhadap garis referensi *(datum line).*

a. Hukum Bernoulli

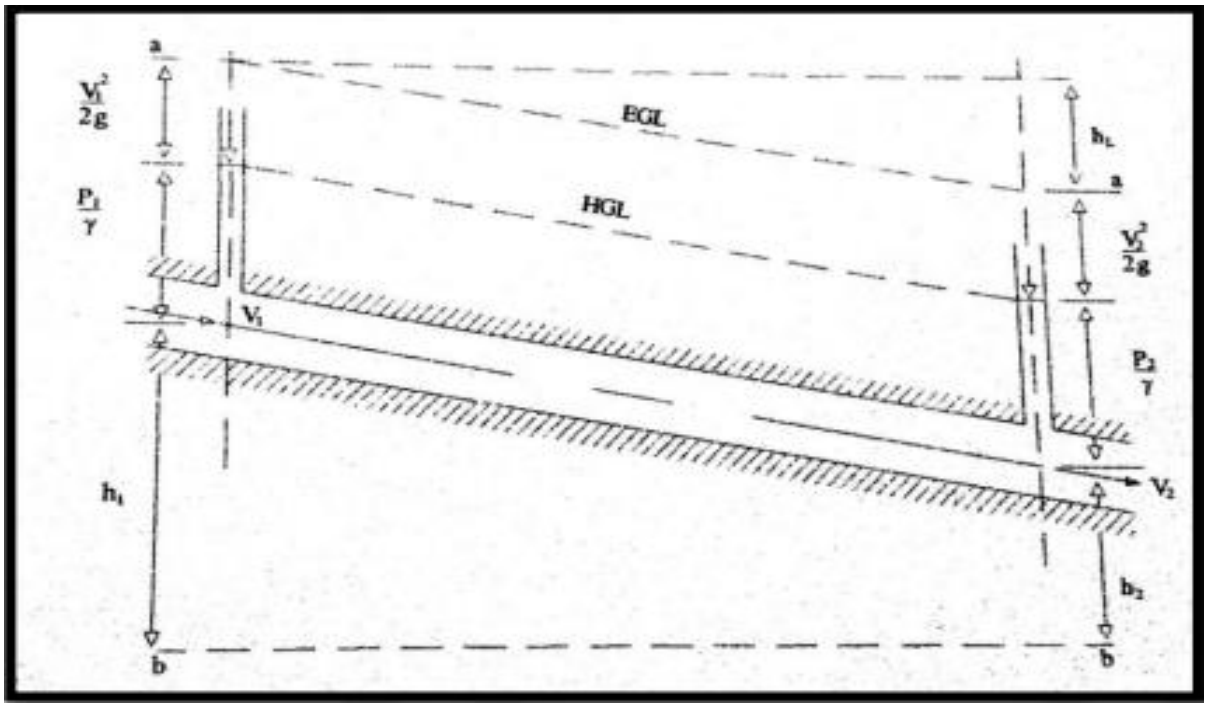
Prinsip dari hukum Bernoulli adalah air yang mengalir pada pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi yang besar ke tempat yang memiliki energi lebih kecil.

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa tinggi energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi kecepatan, tekanan dan ketinggian yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

ETot = Energi ketinggian + Energi kecepatan + Energi tekanan

$$ET = h + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma w} \quad (2.8)$$

Menurut teori Kekekalan Energi dari Hukum Bernoulli apabila tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan. Hal tersebut dijelaskan pada gambar 2.13.



Gambar 2.1 Garis Tenaga dan Tekanan pada zat cair

Sumber: Priyantoro, 1991

Adapun persamaan Bernoulli dalam Gambar diatas dapat ditulis sebagai berikut (Priyantoro, 1991):

$$h_1 + \frac{p1}{\gamma} + \frac{{v_1}^2}{2g} = h_2 + \frac{p2}{\gamma} + \frac{{v_2}^2}{2g} + h_l \quad (2.9)$$

Dimana:

$\frac{p1}{\gamma}, \frac{p2}{\gamma}$ = tinggi tekan di titik 1 dan 2 (m)

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

$p1$, ρ2 = tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m^2)

ɤw =berat jenis air (kg/m^3)

V1,V2 = kecepatan aliran dititik dan 2 (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det^2)

h1,h2 = tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)

hL = kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)

b. Kehilangan Tinggi Tekan (*Head Loss*)

Analisis jaringan perpipaan mencakup banyak elemen yang harus ditinjau. Metode kehilangan tekan Hazen William merupakan salah satu cara untuk menghitung kerugian gesek (*head loss*) yang terjadi karena gesekan yang terjadi antara fluida dengan pipa. Sebagai contoh, rumus ini dapat ditulis sebagai berikut:

1. *Mayor Losses*

Mayor Losses merupakan hilangnya energi pada pipa-pipa lurus yang tidak terkena dengan komponen pipa seperti valve, elbow, dan aksesoris lainnya.

$$Hf = 6{,}28\left\{\frac{v}{c}\right\}^{1{,}85} \times \left\{\frac{L}{D1{,}667}\right\} \quad (2.10)$$

Dengan:

Hf = *Headloss* akibat gesekan (m)

L = Panjang pipa (m)

C = Koefisien kekasaran pipa Hazen-Williams (HDPE=130)

V = Kecepatan aliran (m/s)

D =Diameter pipa (m)

Tabel 2.8 Nilai Koefisien Hazen William setiap Jenis Pipa

Nilai C_{HW}	**Jenis Pipa**
Asbes Cement (ACP)	120
U-PVC	120
PE	130
Ductile (DCIP)	110
Besi tuang (CIP)	110
GIP	110
Baja	110
Pre-stress Concrete (PSC)	120

Sumber: SNI 7609, 2011

2. *Minor Losses*

Minor Losses merupakan hilangnya energi pada tempat-tempat yang memungkinkan adanya perubahan karakteristik aliran, seperti pada *valve*, belokan pipa, dan aksesoris lainnya, persamaan yang digunakan yaitu:

$$Hb = \sum k \times \left\{\frac{v^2}{2g}\right\} \quad (2.11)$$

Dengan:

Hb = Kehilangan tenaga minor (m)

K = Faktor kehilangan energi *Minor Losses* (m)

V = Kecepatan aliran (m/s)

Tabel 2.9 Faktor Kehilangan *Minor Losses*

Tipe dari Fiting dan Katup	**Nilai K**
Elbow 22,5 º	0,2
Elbow 45 º	0,4
Elbow 90 º	1
Gate Valve	0,12
Check Valve	0,2
Butterfly Valve	0,3

Sumber: SNI 7509, 2011

3. *Hydraulic Grade Line* (HGL) dan *Energy Graed Line* (EGL)

Fluida mempunyai energi yang terdiri dari tiga bentuk yang berupa pergerakan fluida (energi kinetik), elevasi (energi potensial) dan tekanan (energi tekanan) mempengaruhi besarnya energi. Energi dari suatu fluida per berat satuan fluida tersebut dinyatakan sebagai *head*. Energi kinetik disebut sebagai *head* kecepatan ($v^2/2g$), energi potensial disebut sebagai *head* elevasi (Z) dan energi tekanan internal disebut sebagai *head* tekan (P/γ). Satuan yang biasanya digunakan untuk energi adalah *foot-pounds* (*joule*), sedangkan satuan *head* adalah *feet* (meter).

$$H = Z + \left\{\frac{P}{\gamma}\right\} + \left\{\frac{v^2}{2g}\right\} \tag{2.12}$$

Dengan:

H = *Head Total* (m)

Z = Elevasi diatas datum (m)

γ = Berat jenis fluida (N/m^3)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Dalam sistem hidrolika, setiap titik memiliki nilai *head*. Selain itu, sistem hidrolika juga mengenal istilah EGL (*Energy Grade Line*) dan HGL (*Hydraulic Grade Line*). EGL atau yang dikenal dengan garis energi merupakan pernyataan grafis dan energi pada setiap bagian. Sementara itu jumlah *head* elevasi dan *head* tekanan

menghasilkan nilai HGL, menunjukkan bahwa ketinggian air yang naik di dalam suatu tabung kecil yang melekat pada suatu pipa dan terbuka terhadap atmosfer.

Dengan menggunakan persamaan energi dan persamaan *Headloss Engineer* dapat menentukan ke arah mana air mengalir secara hidrolis dan seberapa cepat air mengalir melalui saluran tertutup. Persamaan energi dapat dijelaskan sebagai berikut (Triatmodjo, 1993):

$$h_1 + \frac{v1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = h_2 + \frac{v2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + hl \qquad (2.13)$$

Dengan:

P = Tekanan pada titik (Pa)

h = Tinggi elevasi (m)

hl = Kehilangan tinggi tekanan dalam pipa (m)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

v = Kecepatan aliran (m/s)

γ = Berat jenis air (kg/m^3)

Garis gradient hidrolosi atau garis kemiringan hidrolis merupakan besarnya tinggi tekan air pada titik tinjauan. Jarak vertikal antara pipa dengan *gradient* hidrolis menunjukan tekanan yang terjadi pada pipa. Perbedaan ketinggian antara titik 1 dan 2 adalah kehilangan energi yang terjadi.

2.3.1 Sistem Jaringan Perpipaan Air Bersih

Sistem jaringan perpipaan digunakan untuk mengalirkan zat cair dari satu tempat ke tempat yang lain. Aliran terjadi karena adanya perbedaan tinggi tekanan di kedua tempat, yang bisa terjadi karena adanya perbedaan elevasi muka air atau karena digunakan pompa (Triatmodjo, 1993).

Komponen sistem jaringan perpipaan air bersih sebagai berikut:

1. Sistem Sumber

   Terdiri dari sistem pengambilan air bersih. Dalam system ini ada beberapa macam sumber penyediaan air bersih diantaranya air hujan, air permukaan dan air tanah.

2. Sistem Transmisi

   Suatu sistem perpipaan yang mengalirkan air dari bangunan penyadap air baku ke bangunan pengolahan air sampai *reservoir* distribusi.

3. Sistem Distribusi

   Sistem distribusi yaitu sistem perpipaan yang mengalirkan air dari *reservoir* sampai ke konsumen.

2.3.2 Pipa dan Alat Sambung

1. Standar Pipa

jaringan pipa air bersih yang digunakan dalam perencanaan harus sesuai dengan standar yang berlaku. Acuan kriteria jaringan dapat diperoleh dari Peraturan Menteri PU No. 18/RT/M/2007. Kriteria jaringan yang diatur yaitu tekanan pada *node*, kecepatan, dan *headloss gradient* pipa. Hal tersebut dilakukan agar hasil perencanaan pada saat pengoperasian dapat berjalan sesuai dengan standar yang ada. Kriteria kecepatan aliran dalam pipa 0,3 – 4,5 m/s. Tekanan pada *node* mulai dari 0,5 – 8 atm. *headloss gradient* pipa mulai dari 0 – 15 m/km.

Perlu diadakan penyesuaian pada komponen pipa jaringan agar dapat memenuhi syarat. Pipa dengan kecepatan aliran yang kurang dari 0,3 m/s perlu diperkecil diameternya, bila lebih dari 4,5 m/s maka diameter perlu diperbesar. Bila terdapat *node* yang yang memiliki tekanan kurang dari 0,5 atm pada sistem jaringan maka perlu diperbesar diameter pipa yang terhubung pada *node* tersebut atau ditambahkan pompa pada sistem jaringan sedangkan bila tekanan melebihi 8 atm pipa yang terhubung dengan *node* tersebut perlu diperkecil diameternya atau dengan melakukan pemasangan *Pressure Reducer Valve* (PRV). *Headloss Gradient* pada tiap pipa dalam jaringan yang melebihi 15 m/km perlu diperbesar diameternya agar dapat memenuhi syarat. Menurut SNI 06-4829-2005, ISO 4427-1996, standar pipa air bersih sebagai berikut:

Tabel 2.10 Standar Pipa Air Bersih

ND (*Inch*)	**OD (mm)**	**(mm)**								**Panjang Pipa / roll (m)**
		S-4 SDR 9	**S-5 SDR 11**	**S-6,3 SDR 13,6**	**S-8 SDR 17**	**S-10 SDR 21**	**S-12,5 SDR 26**	**S-16 SDR 33**	**S-20 SDR 41**	
PE-100		**PN - 20**	**PN - 16**	**PN – 12,5**	**PN - 10**	**PN - 8**	**PN - 6,3**	**PN - 5**	**PN – 4**	
PE-80		**PN - 16**	**PN – 12,5**	**PN - 10**	**PN 8**	**PN - 6,3**	**PN - 5**	**PN - 4**	**PN – 3,2**	
1/2	20	2,3	-	-	-	-	-	-	-	50, 100, 200, 300
3,4	25	2,8	2,3	-	-	-	-	-	-	50, 100, 200, 300
1	32	3,6	3,0	-	-	-	-	-	-	50, 100, 200, 300
1 1/4	40	4,5	3,7	3,0	-	-	-	-	-	50, 100, 200

ND (*Inch*)	OD (mm)	(mm)								Panjang Pipa / roll (m)
		S-4 SDR 9	S-5 SDR 11	S-6,3 SDR 13,6	S-8 SDR 17	S-10 SDR 21	S-12,5 SDR 26	S-16 SDR 33	S-20 SDR 41	
PE-100		PN - 20	PN - 16	PN – 12,5	PN - 10	PN - 8	PN - 6,3	PN - 5	PN – 4	
PE-80		PN - 16	PN – 12,5	PN - 10	PN 8	PN - 6,3	PN - 5	PN - 4	PN – 3,2	
1 1/2	50	5,6	4,6	3,7	3,0	-	-		-	50, 100, 200
2	63	7,1	5,8	4,7	3,8	3,0	-		-	6, 12, 50, 100
2 ½	75	8,4	6,8	5,5	4,5	3,6	-	-	-	6, 12, 50, 100
3	90	10,1	8,2	6,7	5,4	4,3	3,5	-	-	6, 12
4	110	12,3	10,0	8,1	6,6	5,3	4,3	-	-	6, 12
5	125	14,0	11,4	9,2	7,4	6,0	4,8	3,9	3,1	6, 12
5 ½	140	15,7	12,7	10,3	8,3	6,7	5,4	4,3	3,5	6, 12
6	160	17,9	14,6	11,8	9,5	7,7	6,2	4,9	4,0	6, 12
7	180	20,1	16,4	13,3	10,7	8,6	6,9	5,5	4,4	6,12
8	200	22,4	18,2	14,7	11,9	9,6	7,7	6,2	5,5	6, 12
9	225	25,1	20,5	16,6	13,4	10,8	8,6	6,9	5,5	6, 12
10	250	27,5	22,7	18,4	14,8	11,9	9,6	7,7	6,2	6, 12
11	280	31,3	25,4	20,6	16,6	13,4	10,7	8,6	6,9	6, 12
12	315	35,2	28,6	23,2	18,7	15,0	12,1	9,7	7,7	6, 12
14	355	39,6	32,2	26,1	21,1	16,9	13,6	10,8	8,7	6, 12
16	400	44,7	36,3	29,4	23,7	19,1	15,3	12,3	9,8	6, 12
18	450	50,2	40,9	33,1	26,7	21,5	17,2	13,8	11,0	6, 12
20	500	55,8	45,4	36,8	29,6	23,9	19,1	15,3	12,3	6, 12
22	560	-	50,8	41,2	33,2	26,7	21,4	17,2	13,7	6, 12
24	630	-	57,2	46,3	37,3	30,0	24,1	19,3	15,4	6, 12
28	710	-	-	52,2	42,1	33,9	27,2	21,8	17,4	6, 12
32	800	-	-	-	47,4	38,1	30,6	24,5	19,6	6, 12
36		-	-	-	53,5	42,9	34,3	27,6	22,0	6, 12
40		-	-	-	59,3	47,7	38,2	30,6	24,5	6, 12
46		-	-	-	-	57,2	45,6	36,7	29,4	6, 12
56		-	-	-	-	66,7	53,2	42,9	34,4	6, 12
64		-	-	-	-	76,2	61,3	49,0	39,3	6, 12

Sumber: SNI 06-4829-2005, ISO 4427-1996

Adapun kriteria jaringan pipa distribusi yang akan digunakan dalam sistem distribusi air bersih dapat dilihat pada tabel 2.22 berikut ini.

Tabel 2.11 Kriteria Pipa Distribusi Air Bersih

Kriteria	**Perubahan**
Kecepatan (*Velocity*) (0,3 – 4,5 m/dt)	Kecepatan kurang dari 0,3m/dt a. Diameter pipa diperkecil b. Ditambahkan pompa c. Elevasi hulu pipa hendaknya lebih tinggi (disesuaikan di lapangan) Kecepatan lebih dari 4,5 m/dt a. Diameter pipa diperbesar b. Elevasi pipa bagian hulu terlalu besar dibandingkan dengan hilir
Headloss Gradient (0 – 15 m/km)	- Headloss Gradient lebih dari 15 m/km a. Diameter pipa diperbesar b. Elevasi pipa bagian hulu terlalu besar dibandingkan dengan hilir pipa
Tekanan (*Pressure*) (0,5 – 8 atm)	- Tekanan kurang dari 0,5 atm - a. Diameter pipa diperbesar - b. Ditambahkan pompa - c. Pemasangan pipa yang kedua di bagian atas, Sebagian atau keseluruhan dari Panjang pipa - Tekanan lebih dari 8 atm a. Diameter diperkecil b. Ditambahkan bangunan bak pelepas tekan c. Pemasangan *Pressure Reducer Valve* (PRV)

Sumber: PERMENPU No.18, 2007

2. Jenis Pipa

Ketika merencanakan jaringan distribusi, pipa adalah bahan yang paling sering digunakan. Beberapa jenis pipa yang digunakan untuk mengalirkan air bersih adalah sebagai berikut:

1. Pipa Galvanis

Pipa ini terbuat dari campuran seng (Zn) dan timah (Pb). Untuk mencegah karat biasanya bagian luarnya dilapisi dengan lapisan timah.

Gambar 2.2 Pipa Galvanis

2. Pipa Baja

Pipa ini ringan dan bermutu tinggi karena dindingnya tipis. Akan tetapi, pipa ini juga memerlukan perawatan dan perlindungan karena baja mudah berkarat. Selain itu, pipa mudah rusak ketika pengoperasian.

Gambar 2.3 Pipa Baja

3. Pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*)

Pipa ini terbuat dari butir *Polyvinyl Chloride* yang dicampur dengan bahan tambahan hingga 6% dan kemudian dipanaskan.

Gambar 2.4 Pipa PVC

4. Pipa HDPE

Pipa ini dirancang untuk daerah berbukit, rawan gempa, dan rawa karena memiliki daya lentur yang tinggi pada luar dan dalam permukaan pipa.

Gambar 2.5 Pipa HDPE

3. Alat Sambung Pipa

Dalam perencanaan jaringan pipa distribusi, ada beberapa jenis alat sambung yang dapat digunakan:

1. *Tee*, digunakan untuk mengalirkan air dengan cara menyilang.
2. *Elbow*, digunakan untuk arah berbingkai atau lingkaran.
3. *Soket*, digunakan untuk menyambungkan dua pipa dengan diameter yang sama.
4. *Valve*, digunakan untuk mengatur aliran menutup dan membuka aliran serta tekanan aliran.

5. *Reducer*, yang dapat digunakan untuk menyambungkan dua pipa dengan diameter yang berbeda.

2.3.3 Sistem Pengaliran

Sistem pengaliran tergantung dari kondisi topografi daerah dan lokasi *reservoir*. Berikut sistem pengaliran distribusi air bersih:

a. Sistem Gravitasi

Sistem Gravitasi dapat digunakan apabila sumber penyediaan air berada di tempat yang lebih tinggi dari daerah yang akan didistribusikan sehingga pengaruh tekanannya dapat memenuhi keperluan untuk domestik dan non domestik. Metode ini paling baik pengalirannya jika dari sumber penyediaan air ke tempat pelayanan memungkinkan menggunakan pipa berukuran seekonomis mungkin dan pengalirannya dengan lancar dan baik.

b. Sistem Pemompaan

Sistem ini memerlukan pompa agar menaikkan/mengalirkan air ke arah elevasi lebih tinggi karena letak reservoir yang lebih rendah dari daerah layanan. Sistem ini cukup ekonomis karena memompa airnya tidak berlangsung secara terus-menerus. Air yang dipompa akan mengalir ke seluruh *reservoir*, jika kebutuhan air memuncak maka air yang berada dalam reservoir akan mengalir kedaerah pelayanan.

c. Sistem pengaliran gabungan

Sistem ini menggabungkan sistem gravitasi dan sistem pemompaan. Adapun syarat dalam menentukan sistem distribusi air bersih menurut PUPR nomor 18/PRT/M/2007 dapat dilihat dalam Tabel 2.9 :

Tabel 2.12 Persyaratan dalam menentukan Sistem Distribusi Air Bersih

No	Beda tinggi antara Sumber air dan daerah pelayanan	Jarak	Penilaian
1	Lebih besar dari 30 m	< 2 km	Baik, sistem gravitasi
2	>10 – 30 m	< 1 km	Berpotensi, tapi detail design rinci diperlukan untuk sistem gravitasi, pipa diameter besar mungkin diperlukan.
3	3 - ≤ 10 m	< 0,2 km	Kemungkinan diperlukan pompa kecuali untuk sistem yang sangat kecil.
4	Lebih besar dari 3 m		Diperlukan pompa

Sumber: PUPR nomor 18/PRT/M/2007

2.3.4 Sistem Jaringan Distribusi

Jaringan perpipaan yang terkoneksi satu sama lain akan membentuk:

a. Sistem Jaringan Distribusi *Loop*/Melingkar

Sistem *loop* ini biasa disebut dengan sistem distribusi tertutup sehingga pada saat jam puncak seluruh daerah pelayanan dapat dilayani dengan cepat. Biasanya sistem jaringan ini digunakan untuk wilayah yang relatif datar. Sirkulasi air lebih baik dan pembagian air terbagi merata karena perencanaan diameter pipa berdasarkan jumlah kebutuhan air total. Biasanya pada bagian-bagian dan daerah pembagian dilingkari oleh pipa pembagi induk. Keuntungannya. debit terbagi lebih merata karena perencanaan diameter berdasarkan jumlah kebutuhan total, jika terjadi kerusakan pipa (pipa pecah bocor) daerah hilir masih mendapat suplai air dan jurusan lain. Kerugiannya saluran induk menjadi lebih panjang dan perhitungan dimensi pipa membutuhkan kecermatan agar debit yang masuk merata pada setiap pipa.

b. Sistem Jaringan Bercabang

Pada sistem ini, ujung pipa percabangan dari pipa utama biasanya tertutup yang mengakibatkan tertutupnya kotoran yang dapat mengganggu pendistribusian air.

1. Keuntungan sistem bercabang

a. Sangat efektif untuk wilayah menurun.
b. Lebih ekonomis karena jalurnya lebih pendek, sehingga jumlah pipa yang dibutuhkan lebih sedikit.
c. Tekanan air cukup tinggi untuk digunakan dalam pengaliran air.
d. Mudah ddigunakan karena ada titik mati kotoran yang terbawa selama pengaliran di titik akhir pengaliran.
e. Perbaikan mudah jika ada kerusakan pada area tertentu, perbaikan dapat dilakukan dengan hanya menutup aliran di atas area tersebut.

2. Kerugian sistem bercabang

a. Jika aliran terputus karena kerusakan pada suatu titik, titik di bawahnya akan terganggu selama perbaikan.
b. Tidak dapat memenuhi kebutuhan air yang meningkat atau lonjakan tiba-tiba karena tidak ada aliran dari area lain.

c. Sistem *Grid*

Untuk sistem ini ujung pipa cabang dihubungkan satu sama lain, sistem ini lebih baik daripada sistem pipa bercabang karena memiliki sirkulasi yang lebih baik dan kemungkinan aliran tertutup atau stagnasi yang lebih kecil.

1. Keuntungan sistem *grid*:

a. Memiliki sirkulasi air yang baik

b. Karena air dalam pipa terus mengalir dan selalu ada pergantian air, maka pipa sulit tersumbat dan sulit terjadi penguapan.

2. Kerugian sistem *grid*:

a. Sulit untuk dilakukan karena ada dua sambungan yang terbuka atau berbalik arah.

b. Terlalu banyak sambungan, seperti sambungan *elbow* dan *tee*, tidak menguntungkan.

d. Sistem Radial

Dalam sistem jaringan distribusi radial, seluruh kota dibagi menjadi beberapa bagian dan setiap bagian berisi *reservoir* distribusi yang terletak di pusat (ditinggikan). Pipa-pipa distribusi dipasang secara radial dan berakhir di pinggiran dan dihubungkan ke *reservoir* distribusi layang pusat.

1. Keuntungan sistem jaringan radial:

a. Mudah untuk menentukan ukuran pipa.

b. Sistem ini menyediakan layanan cepat.

c. Karena debit tinggi dan kehilangan *head* minimal, sistem ini digunakan pada gedung-gedung bertingkat.

d. Hanya sedikit konsumen yang terkena dampak hanya selama pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan.

2. Kerugian sistem jaringan radial:

a. Desain sistem ini sangat rumit.

b. Dibutuhkan lebih banyak panjang pipa karena sambungan dalam sistem ini lebih banyak.

2.4 EPANET 2.0

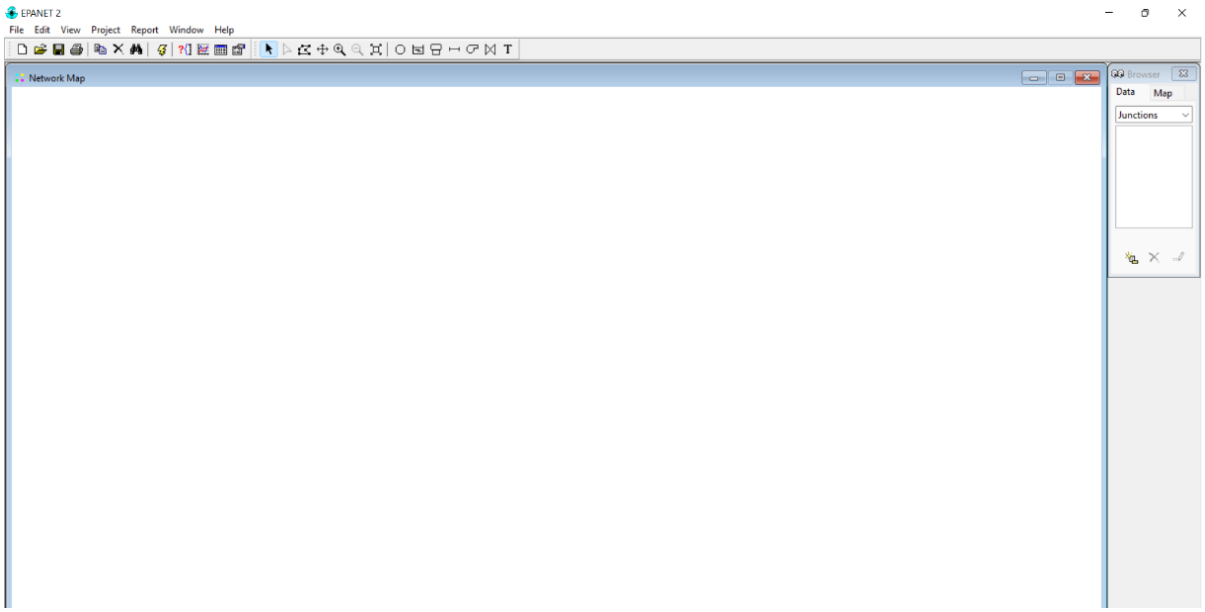
2.4.1 Pengertian EPANET 2.0

EPANET 2.0 merupakan aplikasi berbasis *windows* yang menggambarkan simulasi dari analisis hidrolis dan kecenderungan kualitas air di dalam jaringan pipa. Jaringan tersebut berupa *node* pipa, pompa, *valve*, dan *reservoir*. EPANET 2.0 mampu mengidentifikasi aliran air setiap pipa, tekanan setiap *node*, dan ketinggian air pada *reservoir*.

Pemodelan hidrolis yang akurat merupakan salah satu cara yang efektif ketika membuat model mengenai kualitas air. Menurut Rossman, L.A. (2000), EPANET 2.0 memiliki kemampuan untuk menganalisis hidrolis seperti:

1. Menganalisis jaringan dengan luas tanpa adanya batasan.
2. Menghitung *Friction Headloss* (harga kekasaran pipa) dengan persamaan *Hazen Williams, Darcy - Weisbach* atau *Chezzy – Manning*.
3. Menghitung biaya dan energi pompa.
4. Selain menghitung kehilangan energi akibat gesekan sepanjang pipa (*Mayor Losses)*, *Minor Losses* juga dihitung untuk *bend*, *fitting*, dsb.
5. Pemodelan berbagai jenis *valve* termasuk *shutoff, check, pressure regulating,* dan *flow control valves*.
6. Menyediakan berbagai bentuk dan ukuran dari tangki penampungan atau *reservoir*.
7. Memperhitungkan variasi kebutuhan pada setiap *node* dengan pola dan masing-masing variasi waktu.
8. Pemodelan dapat menggunakan pompa dengan kecepatan konstan dan bervariasi
9. Sistem beroperasi berdasarkan kontrol yang kompleks atau kontrol waktu sederhana.

Pada gambar di bawah, workspace dasar EPANET terdiri dari elemen-elemen: *menu bar*, *tool bar* dua buah, *status bar*, *network map windows*, *browser windows*, dan *property editor windows*. Setiap elemen akan dijelaskan berikut ini:



Gambar 2.6 Tampilan EPANET 2.0

1. *Menu Bar*

Menu bar yang terletak di bagian atas workspace EPANET merupakan kumpulan *menu* yang digunakan untuk mengontrol program. Berikut yang termasuk bagian dari *menu bar*:

a. *Menu File*

Menu file berisi perintah untuk membuka dan menyimpan file data serta mencetak. Perintah untuk *menu file* ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.13 Perintah Menu File

PERINTAH	PENJELASAN
New	Membuat baru proyek EPANET
Open	Membuka proyek yang sudah ada
Save	Menyimpan proyek yang sedang dikerjakan
Save As	Menyimpan proyek yang sedang dikerjakan dengan nama lain
Import	Import data network atau map dari file
Export	Eksport data network atau map ke file
Page Setup	Mengatur margin, header, dan footer untuk dicetak
Print Preview	Melihat hasil cetakan
Print	Mencetak tampilan saat ini
Preferences	Mengatur pemilihan program
Exit	Keluar dari aplikasi EPANET

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

b. *Menu Edit*

Menu edit mengandung perintah untuk mengedit dan menduplikasi file data. Perintah untuk menu edit ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.14 Perintah Menu Edit

PERINTAH	PENJELASAN
Copy to	Menduplikasi tampilan yang dibuka saat itu (aktif) ke *clipboard* atau *file*
Select Object	Memilih sebuah objek pada peta
Select Vertex	Memilih jaringan pada peta
Select Region	Memilih daerah pada peta
Select All	Membuat *outline* agar terlihat pada peta
Group Edit	Mengedit objek grup pada peta

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

c. *Menu View*

Menu view digunakan untuk mengatur bagaimana peta jaringan dilihat. Perintah untuk *menu view* ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.15 Perintah *Menu View*

PERINTAH	PENJELASAN
Dimensions	Dimensi peta
Backdrop	Menampilkan latar belakang peta
Pan	Menggeser peta
Zoom In	Memperbesar tampilan peta
Zoom Out	Memperkecil tampilan peta
Full Extent	Menunjukkan keseluruhan gambar peta
Find	Mencari item spesifik dalam peta
Query	Mencari item pada peta dengan kriteria spesifik
Overview Map	Mengaktifkan atau menonaktifkan *overview* peta
Legends	Mengatur tampilan legenda peta
Toolbars	Mengaktifkan atau menonaktifkan *toolbars*
Options	Menetapkan opsi tampilan peta

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

d. *Menu Project*

Menu project mengandung perintah yang berhubungan dengan proyek yang sedang dianalisa. Perintah untuk *menu project* ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.16 Perintah *Menu Project*

PERINTAH	PENJELASAN
Summary	Memberikan gambaran ringkasan karakteristik proyek
Defaults	Mengedit properti *default* proyek
Calibration Data	Mendaftarkan file yang berisi data kalibrasi dengan proyek
Analysis Option	Mengatur analisis
Run Analysis	Menjalankan simulasi

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

e. *Menu Report*

Menu report mengandung perintah untuk melaporkan hasil analisis dalam format lain. Perintah untuk *menu report* ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.17 Perintah *Menu Report*

PERINTAH	PENJELASAN
Status	Melaporkan perubahan status tautan seiring waktu
Energy	Melaporkan energi yang dikonsumsi oleh setiap pompa
Calibration	Melaporkan perbedaan antara nilai yang disimulasikan dan diukur
Reaction	Melaporkan tingkat reaksi rata-rata di seluruh jaringan
Full	Membuat laporan lengkap hasil yang dihitung untuk semua *node* dan tautan di semua periode waktu yang disimpan ke file teks biasa
Graph	Membuat plot deret waktu, profil, frekuensi, dan kontur dari parameter yang dipilih
Table	Membuat tampilan tabel dari jumlah *node* dan *link* yang dipilih
Options	Mengontrol gaya tampilan laporan, grafik, atau tabel

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

f. *Menu Window*

Menu window mengandung perintah yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.18 Perintah *Menu Window*

PERINTAH	PENJELASAN
Arrange	Mengatur ulang semua *windows* agar sesuai dengan jendela utama
Close All	Menutup semua *windows* yang terbuka, kecuali peta dan *browser*
Window List	Mencantumkan semua *windows* yang terbuka dan memfokuskan jendela yang dipilih

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

g. *Menu Help*

Menu help mengandung perintah untuk mendapatkan bantuan dalam penggunaan EPANET. Perintah untuk *menu help* ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.19 Perintah *Menu Help*

PERINTAH	PENJELASAN
Help Topics	Menampilkan kotak dialog bantuan
Units	Mencantumkan unit pengukuran untuk semua parameter EPANET
Tutorial	Menyajikan tutorial singkat memperkenalkan pengguna ke EPANET
About	Mencantumkan informasi tentang versi EPANET yang digunakan

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

1. *Toolbars*

Toolbars memiliki fungsi untuk mempercepat akses kepada perintah yang sering digunakan. *Toolbars* biasanya diletakkan diatas *main menu bar* atau digeser ke seluruh lokasi dalam EPANET *workspace*. *Toolbars* dapat di *re-size* apabila tidak aktif. Selain itu, *toolbars* dapat diatur tampilannya dengan memilih *View >> Toolbars*. *Toolbars* memiliki dua jenis, antara lain:

a. *Standar Toolbars*

Standar Toolbars berisi tombol singkat untuk perintah yang umum digunakan. Pada tabel di bawah ini *standar toolbars* memiliki ikon atau tombol yang dapat digunakan untuk:

Tabel 2.20 Perintah *Standar Toolbars*

IKON	PENJELASAN
	Membuka proyek baru (*File>>New*)
	Membuka eksisting proyek (*File>>Open*)
	Menyimpan proyek saat ini *(File>>Save)*
	Mencetak w*indow* yang sedang aktif *(File>>Print)*
	Menyalin pilihan ke c*lipboard* atau ke file *(Edit>>Copy To)*
	Menghapus item yang sedang dipilih
	Menemukan item tertentu di peta *(View>>Find)*
	Menjalankan simulasi *(Project>>Run Analysis)*
	Menjalankan q*uery visual* pada peta *(View>>Query)*
	Membuat tampilan grafik baru dari hasil *(Report>>Graph)*
	Membuat tampilan tabel baru dari hasil *(Report>>Table)*
	Memodifikasi opsi untuk tampilan yang sedang aktif *(View>>Options*

IKON	PENJELASAN
	or Report>>Options)

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

b. *Map Toolbars*

Map toolbars berisi tombol-tombol untuk bekerja dengan peta jaringan. Pada tabel di bawah ini *map toolbars* memiliki ikon atau tombol yang dapat digunakan untuk:

Tabel 2.21 Perintah Map Toolbars

IKON	PENJELASAN
	Memilih objek pada peta *(Edit>>Select Object)*
	Memilih point vertex link *(Edit>>Select Vertex)*
	Memilih area pada peta *(Edit>>Select Region)*
	Menggeser peta *(View>>Pan)*
	Memperbesar peta *(View>>Zoom In)*
	Memperkecil peta *(View>>Zoom Out)*
	Menggambar peta secara penuh *(View>>Full Extent)*
	Menambahkan *Junction* pada peta
	Menambahkan *reservoir* pada peta
	Menambahkan tangki pada peta
	Menambahkan pipa pada peta
	Menambahkan pompa pada peta
	Menambahkan pada peta
T	Menambahkan label pada peta

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

2. Status Bar

Status Bar terletak di bagian bawah ruang kerja EPANET dan terbagi menjadi empat bagian yang menampilkan informasi antara lain:

Tabel 2.22 Perintah *Status Bar*

Fitur	Kegunaan
Auto-Length	Mengindikasikan apakah penghitungan otomatis panjang pipa dihidupkan atau dimatikan.

Fitur	Kegunaan
Flow Units	Menampilkan unit aliran arus yang sedang berlaku.
Zoom Level	Menampilkan tingkat pembesaran peta saat ini (100% merupakan skala penuh).
Run Status	Ikon keran tersebut menunjukkan:
	• Tidak ada air mengalir apabila tidak ada hasil analisis yang tersedia; • Air mengalir apabila hasil analisis yang valid tersedia; • Keran rusak apabila hasil analisis tersedia, namun tidak valid karena data jaringan telah dimodifikasikan.
XY *Location*	Menampilkan koordinat peta dari posisi penunjuk kursor saat ini.

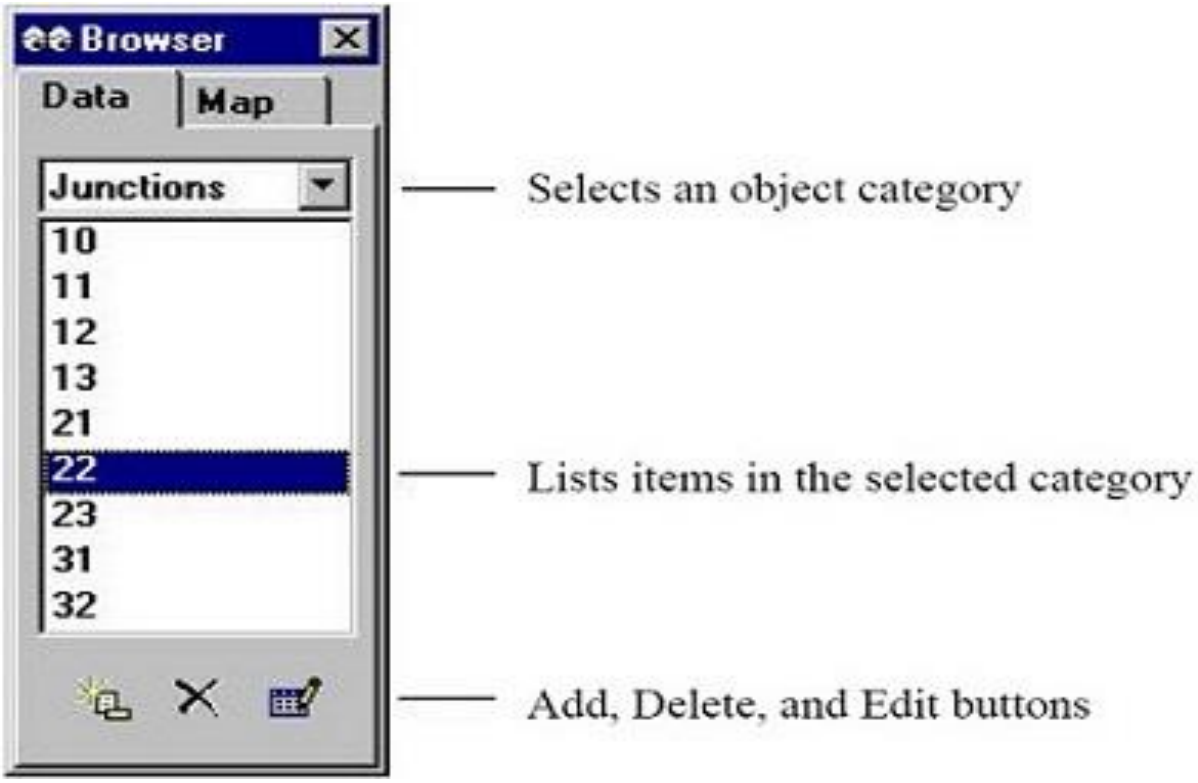
Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

3. Peta Jaringan

Peta Jaringan (*Network Map*) berisikan diagram skematik planar dari objek berupa jaringan distribusi air. Lokasi dan jarak diantara objek tidak harus sama dengan skala fisik di lapangan. Pemilihan *properties* objek, seperti kualitas air pada *node* dan kecepatan aliran pada jaringan atau *link* ditampakkan dengan warna-warna yang berbeda dengan kode warna di legenda. Objek baru dapat ditambahkan otomatis ke dalam peta dan objek yang sudah ada dapat diedit, dihapus, dan diubah posisinya. Untuk referensi, *backdrop* gambar (Seperti jalan atau peta topografi) diletakkan di belakang peta jaringan. Peta dapat diperbesar dengan berbagai skala dan digeser dengan berbagai posisi. Peta dapat dicetak, disalin ke *clipboard windows*, dan diekspor menjadi file DXF atau *metafile windows*.

4. Data Browser

Data Browser diakses dari *tab data* pada *browser window*. Hal ini memberikan akses pada berbagai objek, berdasarkan jenis (Junction, pipa, dll.) pada *network* yang sedang dianalisis. Tombol bagian bawah *data browser* digunakan pada objek untuk menambah, menghapus, dan mengedit.

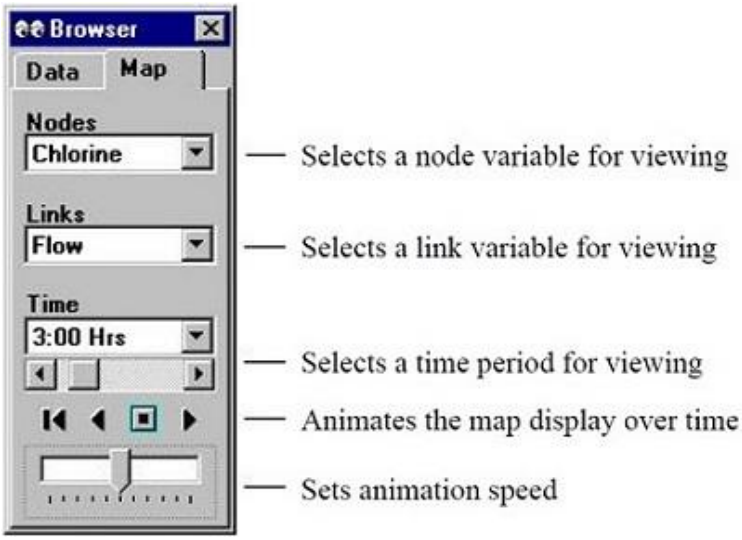


Gambar 2.7 Data Browser

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

5. *Map Browser*

Map Browser dapat diakses dari *map tap* di *browser windows*. *Map browser* dilihat dengan kode warna pada network map untuk memilih parameter dan periode waktu. Selain itu, tap ini juga mengontrol animasi peta melalui waktu.



Gambar 2.8 *Map Browser*

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

Pada tabel di bawah ini *map browser* memiliki ikon atau tombol animasi yang dapat digunakan untuk:

Tabel 2.23 Tombol Kontrol Animasi

IKON	PENJELASAN
	Memundurkan kembali ke waktu awal
	Menganimasikan kembali melalui waktu
	Menghentikan animasi
	Menggerakkan animasi tepat waktu

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

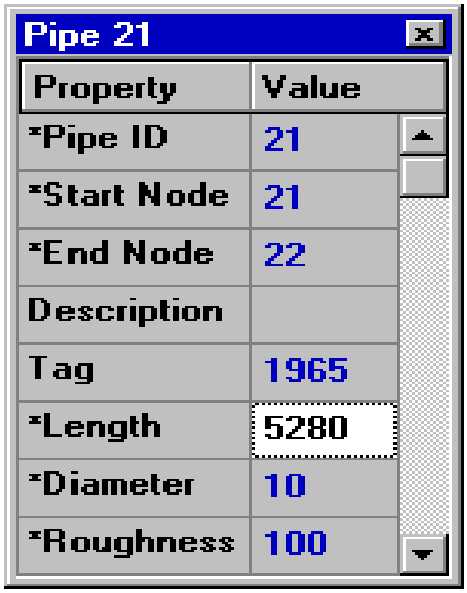
6. *Property Editor*

Property editor berfungsi untuk mengedit properti *node* jaringan, *link*, label, dan opsi analisis. Apabila salah satu objek pada *network map* atau *browser data* dipilih dan diklik dua kali atau tombol edit di *browser* di klik, maka *editor* ini dipanggil. Untuk penggunaan *editor* yaitu sebagai berikut:

a. *Editor* adalah sebuah *grid* dengan dua kolom-satu untuk nama properti dan kolom lain untuk nilainya.
b. Ukuran kolom dapat diatur dengan mengubah ukuran *header* bagian atas *editor* menggunakan *mouse*.
c. Ukuran dan posisi *editor window* dapat diatur dengan prosedur *normal windows*.
d. Di sebelah *property name* terdapat tanda bintang yang berarti properti tidak dapat dikosongkan nilainya.
e. Berdasarkan propertinya, bidang nilai berupa:

- *Text box* sebagai tempat mengetikkan nilai.
- Kotak daftar untuk memilih daftar yang ada.
- Tombol *elipsis* untuk membuka *editor* khusus.
- Untuk menampilkan hasil perhitungan menggunakan *read – only label.*

f. *Property* di *editor* yang aktif ditampilkan dengan latar belakang putih.
g. Untuk memindahkan antara *property* digunakan *mouse* dan tombol panah atas dan bawah.
h. Untuk mengedit *property*, dimulai dengan mengetikkan nilai atau memilih tombol *enter*.
i. Pilih *enter* atau pindah ke *property* lain untuk menyimpan EPANET yang telah dikerjakan, dan menekan tombol *esc* untuk membatalkan.
j. Untuk menutup *editor* pilih tombol *close* pada sudut kanan atas *title bar.*



Gambar 2.9 *Property Editor*

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

7. *Program Preference*

Program preference digunakan untuk menyesuaikan fitur program yang digunakan. Untuk menetapkan *program preference*, pada *menu file* pilih *preferences*. Bentuk *dialog preferences* terdiri dari:

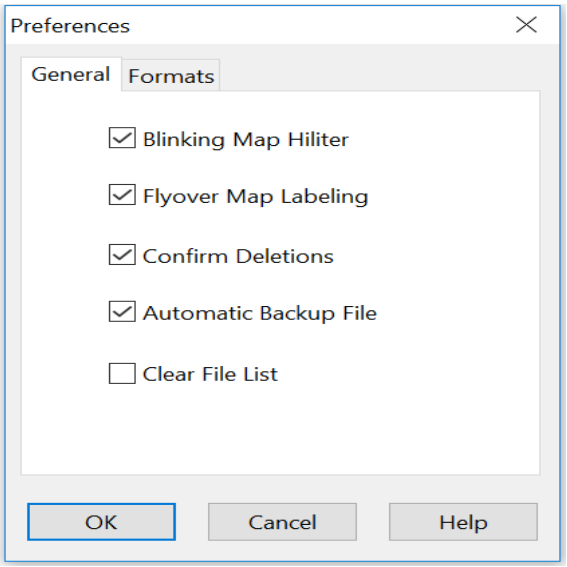
a. *General Preferences*

Pada tabel di bawah ini *general preferences* memiliki ikon atau tombol animasi yang berfungsi untuk:

Tabel 2.24 General Preferences

PREFERENCE	PENJELASAN
Blinking Map Highlighter	Untuk membuat simpul, tautan, atau label yang dipilih saat peta menyala dan mati
Flyover Map Labeling	Untuk menampilkan label ID dan nilai parameter saat ini dalam *Hint – Style Box* setiap kali m*ouse* diposisikan di atas simpul atau tautan pada n*etwork map*.
Confirm Deletions	Untuk menampilkan kotak dialog informasi sebelum menghapus objek.
Automatic Backup File	Untuk menyimpan salinan cadangan dari proyek yang baru dibuka ke disk yang diberi nama dengan ekstensi .bak.
Clear File List	Untuk menghapus daftar *file* proyek yang terakhir digunakan dari m*enu file*.

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

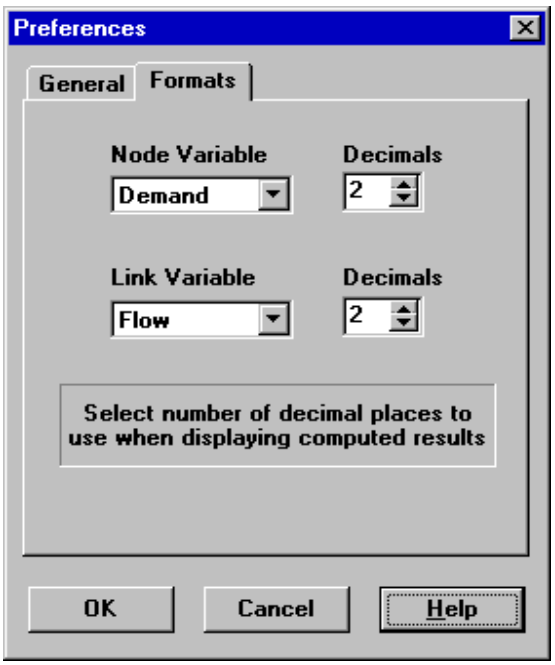


Gambar 2.10 *General Preferences*

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

b. *Format Preferences*

Halaman *format* dari kotak *dialog preference* digunakan untuk mengontrol banyak letak desimal yang ditampilkan saat hasil perhitungan parameter dilaporkan. Untuk memilih parameter spesifik *node* atau *link* menggunakan kotak daftar. Ketika menampilkan hasil perhitungan untuk parameter digunakan kotak edit. Sementara jumlah desimal ditampilkan untuk menginput diameter pipa, panjang, dsb yang dibutuhkan.



Tabel 2.25 *Format Preferences*

Sumber: (Rossman, L.A., 2000)

2.4.2 Input Data

Input data diperlukan untuk proses analisa, evaluasi, dan simulasi jaringan air bersih dalam EPANET 2.0. Data yang dibutuhkan antara lain:

1. Elevasi.
2. Panjang Pipa.
3. Kebutuhan Air (*Base Demand*).
4. Fluktuasi penggunaan air.
5. Head pada titik pengambilan.

2.4.3 Hasil Analisis

Hasil analisis EPANET 2.0 dari input dasar jaringan dapat ditampilkan berupa peta, grafik dan tabel. Hasil analisis tersebut antara lain:

1. Data Elevasi.
2. Data tekanan dan sisa tekan.
3. *Demand* dan *Base Demand*.
4. Diameter dan panjang pipa.
5. Debit aliran.
6. Kecepatan aliran.
7. Kehilangan tekanan.

2.4.4 Reporting

Semua kesalahan dan pesan kesalahan yang dilakukan selama analisa dicatat pada EPANET 2.0 ke dalam status *report*. Laporan kalibrasi merupakan simulasi statistik yang membandingkan data perhitungan komputer dengan data lapangan. Dengan adanya kalibrasi maka diketahui selisih (koefisien) hasil data EPANET 2.0 dengan hasil di lapangan.