

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Defenisi Air Bersih

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan oleh manusia maupun makhluk hidup lainnya. Bagi manusia, air adalah kebutuhan yang sangat vital untuk keberlangsungan hidupnya, namun tidak sembarang air dapat dikonsumsi; kualitas fisik, kimia, biologi, serta radiologisnya harus diidentifikasi terlebih dahulu untuk memastikan kelayakan konsumsi.

Air bersih adalah air yang digunakan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi persyaratan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. SNI 7709:2011 menegaskan, "Kualitas air minum harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologi sesuai SNI 7709:2011." Selain itu, Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 menyatakan bahwa air yang layak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah air yang kualitasnya memenuhi standar kesehatan lingkungan, sehingga ketika dimasak maupun langsung diminum aman bagi tubuh.

2.2 Sumber Air Bersih

Peraturan Daerah Kabupaten Tangerang NO 11 Tahun 2010, mengatakan bahwa sumber air adalah suatu tempat air alami atau buatan yang terdapat di bawah ataupun diatas permukaan tanah.

a. Air hujan

Air hujan dapat menjadi air baku untuk air minum dengan ditampung dan tentunya dengan melalui berbagai pengolahan terlebih dahulu. Air hujan perlu diolah karena air hujan sifatnya asam, sehingga tidak aman untuk masuk kedalam tubuh tanpa adanya proses sebelumnya yang dilalui.

b. Air Sungai dan Danau

Dari asalnya air danau adalah air yang berasal dari air hujan dan berasal dari mata air yang mengalir ke sungai atau danau. Kedua sumber air ini adalah air permukaan yang ketika mengalir melalui sungai sungai kecil, besar kemungkinan telah terkontaminasi berbagai zat pencemar yang dapat berbahaya bagi tubuh yang dapat berasal dari limbah domestik, tinja, limbah industri ataupun dekomposisi bahan organik yang ada pada badan air penerima itu sendiri. Jadi kesimpulannya adalah sumber air ini sudah tercemar sehingga tidak layak untuk dikonsumsi langsung sehingga terlebih dahulu harus di olah agar memenuhi standar kesehatan sebelum masuk kedalam tubuh.

c. Mata Air

Air ini berasal dari air tanah yang muncul kepermukaan secara alamiah ataupun rembesan air hujan yang turun dari bagian atas suatu pegunungan. Air ini sebelum muncul kepermukaan telah melalui proses penyaringan secara alamiah sehingga ketika dilihat secara sekilas tidak tercemar kotoran apapun namun agar lebih aman untuk dikonsumsi dan sebagai pencegahan terhadap dampaknya kepada kesehatan tubuh ada baiknya bila air ini terlebih dahulu dimasak atau sebagainya agar memenuhi standar kelayakan air minum.

d. Air Sumur Dangkal

Disebut demikian karena air ini berasal dari lapisan air tanah yang paling dangkal, kedalaman lapisan permukaan air tanah ini berbeda beda dari satu tempat ke tempat yang lain dan biasanya mempunyai kedalaman dari permukaan tanah sekitar 5 sampai 15 meter tergantung dari wilayah tempatnya berada. Air sumur pompa (bor) dengan kedalaman seperti ini biasanya tidak cukup memenuhi persyaratan kesehatan, karna terkontaminasi hal hal lain seperti kotoran yang bisa

berasal dari permukaan tanah yang berada di atasnya ataupun dari septik tank yang berada disekitarnya.

e. Air Sumur Dalam

Lapisan air ini berada lebih dalam daripada air sumur dangkal atau sumur bor, kalau air sumur dangkal kedalamannya ada di sekitar 5-15 meter, maka kedalam air sumur dalam adalah di atasnya lagi yaitu di atas 15 meter, oleh sebab itu air pada kedalaman ini sudah cukup bagus untuk dijadikan air minum secara langsung tanpa adanya proses pengolahan lagi. Akan tetapi tetap perlu diwaspadai akan keterlarutan dari berbagai macam zat seperti logam dan sebagainya, yang tentunya tidak akan aman ketika masuk kedalam tubuh sehingga ada baiknya apabila terlebih dahulu dimasak ataupun dengan pengolahan yang lain.

2.3 Kebutuhan Air Bersih

Pada pembahasan ini kebutuhan air yang dibutuhkan adalah kebutuhan air rumah tangga seperti mencuci pakaian, kendaraan, ternak, tanaman serta yang lainnya yang meliputi kebutuhan domestik pada lingkungan rumah tangga. Dari buku Kesehatan Masyarakat Dalam Determinan Sosial Budaya karya Hermien Nugraheini, Tri Wiyatini, dan Irmanita Wiradona mengatakan bahwasannya air bersih adalah suatu hal yang sangat dibutuhkan manusia dalam memenuhi kebutuhannya.

2.4 Syarat Syarat Dalam Penyediaan Air Bersih Yang Layak

A. Syarat Kontinuitas

Air baku yang diambil debitnya secara menerus tetap ataupun tidak berubah walau ketika terjadi pergantian musim, kontinuitas juga berarti bahwa pada air bersih haruslah juga selalu tersedia setiap saat diperlukan. Jaringan jaringan pipa yang dirancang sedemikian rupa dimaksudkan agar dapat membawa aliran air dengan sempurna tanpa hambatan sampai ke konsumen dengan memperhatikan dimensi pipa dengan tekanan airnya.

B. Tekanan Air

Masyarakat pengguna air tentunya menginginkan tekanan airnya yang stabil tidak berubah ubah sehingga mengisyaratkan bahwa pada tempat awal distribusi dibutuhkan tekanan pada pipa air yang lebih besar agar air yang didistribusikan dapat sampai ke konsumen dengan baik. Pada standar dinas pekerjaan umum mengatakan bahwa air yang didistribusikan menggunakan pipa distribusi dan transmisi dibuat agar dapat menjangkau konsumen yang paling jauh. Dimana tekanan air minimumnya adalah 10 mka atau 1 atm. Yang apabila tekananya terlalu tinggi akan menyebabkan kerusakan alat alat plumbing seperti kloset dan lain sebagainya, dan apabila terlalu rendah juga akan berdampak yang tidak baik karna akan dapat menyebabkan air yang mengalir dalam pipa tersebut terkontaminasi selama pendistribusian.

C. Debit

Debit aliran dapat ditinjau dari banyaknya atau jumlah air yang tersedia yang berarti air tersebut sanggup untuk memenuhi kebutuhan konsumennya dalam daerah jangkauannya. Kebutuhan masyarakat juga akan air bersih bervariasi sesuai dengan tempat dimana mereka tinggal seperti letak geografis, tingkat ekonomi, kebudayaan masyarakat, serta skala kota tempat tinggalnya.

2.5 Pengantar Perkembangan Sistem Distribusi Air

Pengembangan sistem penyediaan air minum (SPAM) merupakan tanggung jawab pemerintah pusat dan pemerintah daerah untuk menjamin setiap orang dalam mendapatkan air minum bagi kebutuhan pokok minimal sehari hari guna memenuhi kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif sesuai dengan peraturan perundang-undangan. Arah kebijakan pemerintah untuk memelihara Sistem Pengembangan air minum.

Tabel 2. 1 Syarat Penentuan Gaya Gravitasi Sistem distribusi Air

NO	Beda Tinggi Sumber Air Dan Daerah Layanan	Jarak	Penilaian
1	> dari 30 m	< 3 km	Baik, system gravitasi
2	$\leq 10 - 30$ m	< 1 km	Berpotensi dan perlu dibuatkan detail rinci
3	< 3 m		Diperlukan pompa

Sumber : Pedoman Sederhana Pembangunan Prasarana Air Bersih Dan Sanitasi, DJCK, Kementrian PU Tahun 2002

2.5.1 Konsep Perencanaan Awal

Konsep perencanaan awal adalah hal dasar yang perlu dipahami oleh desainer. Konsep ini dapat ditentukan ketika dilakukan survei lokasi awal suatu desain. Terdapat beberapa alternatif konsep yang meliputi yang ditentukan terlebih dahulu meliputi konsep sistem pengaliran air gavitasi ataukah pemompaan, konfigurasi jaringan distribusi dengan sistem cabang atau melingkar, dan pembagian pipa distribusi utama, sekunder, tersier. Terdapat kelebihan dan kekurangan setiap konsep, namun dengan perencanaan yang matang, aspek yang negatif dapat dikurangi.

2.5.2 Sistem Pengaliran Air

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain adalah :

1. Daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani.
2. Kebutuhan air, yang harus disediakan untuk distribusi daerah pelayanan.
3. Letak topografi daerah layanan, yang akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.
4. Jenis sambungan sistem.

Kemudian yang berikutnya yaitu Sistem Penyediaan Air Bersih yang terbagi kedalam tiga bagian yaitu :

1. Bangunan pengambilan

Bangunan pengambilan air baku untuk penyediaan air bersih disebut dengan bangunan penangkap air atau intake.

2. Sistem transmisi air bersih

Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan dari bangunan pengambilan air baku ke bangunan pengolahan air bersih.

3. Sistem distribusi

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen).

Berdasarkan penggunaan energi dalam penyaluran air dalam pipa maka konsep desain dibagi menjadi sistem pengaliran gravitasi, pemompaan, pemompaan pada transmisi, gravitasi pada distribusi dan gabungan.

1. Sistem aliran Gravitasi

Desain sistem gravitasi mengalirkan dari tempat yang tinggi ke rendah dengan memanfaatkan perbedaan elevasi (energi potensial) yang cukup antara sumber air (waduk, mata air, sungai) dengan perpipaan distribusi di masyarakat. Penentuan elevasi dari lokasi sebaiknya tetap memenuhi kriteria kebutuhan jumlah air dan tekanan di konsumen. Sistem ini sangat ekonomis karena tidak ada kebutuhan daya. Keandalan sistem menjadi lebih baik karena sifat elevasi yang tetap, mengurangi potensi water hammer di reservoir dan tidak bergantung listrik yang sewaktu waktu padam.

2. Sistem aliran dengan Pemompaan

Pada daerah-daerah yang seluruh wilayahnya relatif datar, diperlukan bantuan pompa dalam penyaluran air. Penggunaan pompa dilakukan mulai dari sumber air baku menuju ke reservoir selanjutnya dipompa kembali ke daerah pelayanan. Sistem ini menggunakan sumber daya listrik yang cukup besar sehingga biaya produksi akan jauh lebih mahal. Ketergantungan terhadap PLN yang mungkin sewaktu waktu padam

dapat mengganggu sistem pelayanan. Maka, penyediaan genset untuk keadaan darurat diperlukan.

3. Sistem pengaliran transmisi dengan pompa dan distribusi secara gravitasi

Pengaliran air campuran gravitasi dan pemompaan merupakan salah satu alternatif dalam pengurangan energi. Sistem pengaliran dipilih umumnya pemompaan dari sumber air baku menuju reservoir dan dari reservoir menuju pelanggan dilakukan secara distribusi gravitasi.

4. Sistem pengaliran gabungan

Selain itu terdapat beberapa kondisi khusus sistem gabungan yang digunakan karena beberapa alasan seperti tekanan gravitasi yang kurang.

2.5.3 Pembagian Pipa

Pembentukan zona distribusi didasarkan pada batas alam (sungai, lembah, atau perbukitan) serta konsentrasi masyarakat atau batas administrasi. Pembentukan zona distribusi dimaksudkan untuk memastikan dan menjaga tekanan minimum yang relatif sama pada setiap zona. Klasifikasi menurut karakter pipa meliputi :

- a. Pipa distribusi utama (JDU) atau distribusi primer yaitu rangkaian pipa distribusi yang membentuk zona distribusi dalam suatu wilayah pelayanan PAMSIMAS. Ukuran pipa ini cukup besar umumnya berdiameter lebih dari 300 mm. Penanaman pipa JDU umumnya sedalam 1,5 m. Pipa ini tidak boleh langsung disambung secara langsung untuk kebutuhan rumah,dll.
- b. Pipa distribusi sekunder adalah jalur pipa yang menghubungkan antara JDU dengan zona pelayanan tertentu. Zona distribusi dibatasi oleh jaringan distribusi-distribusi tersier yang membentuk suatu jaringan tertutup dengan penempatan katup. Setiap zona dapat dikondisikan antara tekanan, jumlah debit yang masuk serta dilengkapi dengan meter air dan pengukuran tekanan. Pipa sekunder tidak boleh langsung di *tapping* ke pelanggan, namun diperbolehkan untuk sambungan

penting dengan kebutuhan debit yang besar seperti hidran kebakaran, bandara rumah sakit, kawasan industri. Ukuran pipa berkisar antara 100 mm hingga 250 mm.

- c. Pipa pelayanan tersier adalah pipa yang menghubungkan antara jaringan distribusi sekunder dengan sambungan rumah. Pendistribusian air minum dari pipa pelayanan dilakukan melalui *clamp saddle*. Ukuran pipa ini berkisar antara 50 mm dan 75 mm.

➤ Pipa Transmisi Air Baku

Pipa transmisi air baku merupakan pipa tunggal yang berfungsi mengalirkan air baku dari bangunan penyadap air baku sampai ke instalasi pengolahan air bersih. Pengukuran untuk pipa tunggal dilakukan dengan menggunakan rumus Hazen-Williams :

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,87}} \times L$$

Dimana :

H_f = Kehilangan tekanan (m)

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

C_{HW} = Koefisien Hazen-Williams

Q = Debit (m³/det)

➤ Unit Produksi

Yang dimaksud dengan unit produksi adalah usaha usaha teknis yang dilakukan untuk merubah sifat sifat tersebut (pengolahan air). Sistem pengolahan air baku menjadi air bersih terdiri dari beberapa macam antara lain : sistem saringan pasir cepat (SPC), instalasi pengolahan air sederhana saringan pasir lambat (IPAS – SPL), dan Paket IPA.

➤ IPAS Saringan Pasir Lambat

Instalasi pengolahan air sederhana, selanjutnya disingkat IPAS adalah bangunan pengolahan air baku yang mampu mengolah air dengan tingkat

kekeruhan kurang dari 50 NTU menjadi air bersih melalui proses sederhana untuk pelayanan desa dengan ketentuan-ketentuan.

➤ Reservoir Distribusi

Reservoir distribusi ini berfungsi menampung air bersih dari ground reservoir untuk memenuhi kebutuhan air jam puncak juga untuk menutupi kekurangan air disaat pemakaian air lebih besar dari suplai.

❖ Jenis-jenis pipa

2.1 Besi tuang (*cast iron*)

Pipa ini biasanya dicelupkan dalam senyawa bitumen untuk perlindungan terhadap karat. Panjang biasa dari suatu bagian pipa adalah 4 m dan 6 m. tekanan maksimum pipa sebesar 2500 Kn/cm^2 (350 psi) dan umur pipa jika pada keadaan normal dapat mencapai 100 tahun.

3.1 Besi galvanis (*galvanized iron*)

Pipa jenis ini bahannya terbuat dari pipa baja yang dilapisi seng. Umur pipa pada keadaan normal bisa mencapai 40 tahun. Pipa berlapis seng digunakan secara luas untuk jaringan pelayanan yang kecil di dalam sistem distribusi.

4.1 Plastik (PVC)

Pipa ini lebih dikenal dengan sebutan pipa PVC (Poly Vinyl Chloride) dan di pasaran mudah didapat dengan berbagai ukuran. Panjang pipa 4 m atau 6 m dengan ukuran diameter pipa mulai 16 mm hingga 350 mm. umur pipa dapat mencapai 75 tahun.

5.1 Pipa beton

Pipa ini tersedia dalam ukuran garis tengah 750-3600 mm, sedangkan panjang standar 3,6-7,2 m. Pembuatan berdasarkan pada pesanan khusus. Pipa ini berumur 30-50 tahun.

2.5.4 Pemetaan Dan Penentuan Jalur

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam penentuan jalur ialah sebagai berikut :

1. Menentukan titik alternatif pengambilan air baku, instalasi dan daerah pelayanan
2. Penentuan alternatif jalur perpipaan berdasarkan peta
3. Melakukan survei prioritas terhadap lokasi terpilih dengan tracking GPS/teodolit
4. Menganalisa data survei dan pemilihan jalur

Sistem perpetaan digunakan untuk memperoleh pemahaman keseluruhan sistem jaringan air karena menggambarkan berbagai karakteristik sistem yang berharga. Penggunaan peta tidak hanya pada penyusunan desain baru namun penting dipakai sebagai acuan kegiatan operasi dan pemeliharaan pipa. Sistem peta dapat mencakup informasi seperti :

1. Penyelarasan pipa, sambungan (konektivitas), bahan, diameter dan sebagainya.
2. Lokasi komponen sistem lainnya, seperti tangki (tank) dan katup (valve)
3. Batas zona tekanan
4. Ketinggian
5. Catatan beraneka ragam atau referensi untuk karakteristik tangki
6. Informasi latar belakang (background), seperti lokasi jalan raya, sungai, zona pelayanan, dan sebagainya.
7. Utilitas lainnya.

2.6 Kriteria Kecepatan Dan Tekanan Aliran Dalam Pipa

Pada sistem pengaliran air baik dalam sistem pentransmision maupun pendistribusian harus memperhatikan kriteria teknis yakni besarnya tekanan dan kecepatan aliran pada pipa. Sedangkan untuk dapat mengetahui besarnya kedua nilai diatas, salah satunya harus diketahui besarnya ukuran diameter yang akan dipasang.

Tabel 2. 2 Kriteria Kecepatan Dan Tekanan Dalam Pipa

NO	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air per jam puncak $Q_{\text{peak}} = F_{\text{peak}} \times Q_{\text{rata-rata}}$
2	Faktor jam puncak	F puncak	1,15 – 3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum Pipa PVC atau ACP Pipa baja atau DCIP	V min V. max V max	0,3 – 0,6 m/det 3,0 – 4,5 m/det 6,0 m/det
4	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan minimum b) Tekanan maksimum ➤ Pipa PVC atau ACP ➤ Pipa baja atau DCIP ➤ Pipa PE 100 ➤ Pipa PE 80	h min h max h max h max h max	(0,5 – 1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh. 6 – 8 atm 10 atm 12.4 Mpa 9.0 MPa

Sumber : Permen PU No.18 /PRT/M/2007.

2.7 Menghitung Kebutuhan Air Dan Proyeksi Penduduk

Perhitungan kebutuhan air total berguna untuk menghitung jumlah debit yang dibutuhkan. Kebutuhan air total dihitung dengan cara kebutuhan air domestik, non domestik, ditambah kehilangan air. Besar perhitungan kebutuhan air dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q_{md} = \text{jumlah penduduk} \times q$$

Dimana :

$$Q_{md} = \text{kebutuhan air (liter, hari),}$$

$$q = \text{konsumsi air per orang per hari (liter/orang, hari)}$$

kebutuhan domestik meliputi :

sambungan rumah tangga adalah lima orang untuk kota sedang (Ardiansyah, 2012)

Proyeksi Penduduk

Pertumbuhan penduduk dapat dianalisa dengan menggunakan tiga metode dibawah ini dan dari ketiga rumus tersebut dipilih jumlah penduduk pada tahun rencana yang lebih besar sebagai penduduk rencana (Adu, A, 2006, 13), antara lain :

Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + (n \cdot q)P_o$$

Metode Geometri

$$P_n = P_o \cdot (1 + q)^n$$

Metode eksponensial

$$P_n = P_o \cdot e^{n \cdot q}$$

Dimana :

P_n = jumlah penduduk pada tahun rencana

P_o = jumlah penduduk pada tahun dasar

n = selisih tahun terhadap tahun dasar

q = tingkat perkembangan penduduk

e = bilangan eksponensial = 2,718282

Kemudian pada versi proyeksi penduduk yang lain dijelaskan yaitu sebagai berikut:

2.1 Metode Geometri

Proyeksi penduduk dengan metode geometri menggunakan asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara geometri dengan menggunakan dasar perhitungan majemuk.

Laju pertumbuhan penduduk (*rate of growth*) dianggap sama untuk setiap tahun. Formula yang digunakan pada metode geometri ini adalah :

$$P_n = p_0 (1+r)^n \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

p_n = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

p_0 = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertumbuhan penduduk tiap tahun (%)

n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

3.1 Metode Aritmatik

Metode ini biasanya disebut juga dengan rata-rata hilang. Metode ini digunakan ketika data berkala menunjukkan jumlah penambahan relatif sama per tahun. Wilayah dengan laju pertumbuhan penduduk yang rendah dapat menggunakan metode ini. Misalnya pertumbuhan penduduk dibawah 2%. Rumus yang digunakan untuk perhitungan aritmatik adalah sebagai berikut:

$$P_n = p_0 (1+ r.n) \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

p_n = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

p_0 = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertumbuhan penduduk tiap tahun (%)

4.1 Metode Eksponensial

Metode eksponensial merupakan metode yang sering digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk dengan jumlah penduduk yang banyak. Metode ini digunakan jika laju pertumbuhan penduduk di suatu wilayah mencapai sekitar 2% setiap tahunnya. Perkiraan jumlah penduduk berdasarkan metode eksponensial dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

$$r = \frac{(\log P_t - \log P_o)}{n \cdot \log e}$$

Dimana:

- P_t = Jumlah penduduk pada tahun ke-t;
- P_o = Jumlah penduduk pada tahun dasar;
- n = Jumlah tahun proyeksi
- r = Laju pertumbuhan penduduk
- e = Bilangan logaritma natural

Pemilihan metode proyeksi penduduk dilakukan agar dapat ditemukan metode proyeksi yang mendekati hasil sebenarnya. Perlu dilakukan analisis dengan cara menghitung nilai standar deviasi. Menurut permen PU No.18/PRT/M/2007, standar deviasi dihitung menggunakan persamaan geometri, arimatik.

Standar deviasi dapat diartikan sebagai nilai atau standar yang menunjukkan besar jarak sebaran terhadap nilai rata-rata.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \text{ untuk } n > 20 \dots\dots\dots(3)$$

Metode proyeksi yang dipilih atau mendekati hasil yang sebenarnya adalah metode yang memiliki nilai standar deviasi terkecil.

❖ Jumlah Fasilitas Pemakai Air Bersih

Selain jumlah penduduk, juga perlu diketahui jumlah fasilitas-fasilitas umum yang berada di daerah yang direncanakan dan untuk memproyeksikan jumlah fasilitas-fasilitas umum dapat dihitung dengan rumus (Adu, A.2006;14):

$$F_n = K \cdot F_o$$

$$K = P_n / P_o$$

Dimana :

- F_n = jumlah fasilitas pada tahun rencana
- F_o = jumlah fasilitas pada tahun dasar
- P_n = jumlah penduduk pada tahun rencana
- P_o = jumlah penduduk pada tahun dasar

❖ Kebutuhan Air Harian Maksimum Dan Jam Puncak

Kebutuhan air maksimum adalah kebutuhan air pada hari tertentu dalam setiap minggu, bulan, dan tahun dimana kebutuhan airnya sangat tinggi.

$$Q_m = (1,5 - 1,25) \times Q_t$$

Dimana :

Q_m = Debit kebutuhan air harian maksimum (liter/hari)

Q_t = Debit kebutuhan air total (liter/hari)

Kebutuhan air puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak.

$$Q_p = (1,65 - 2,00) \times Q_t$$

Dimana :

Q_m = Debit kebutuhan air jam puncak (liter/hari)

Q_t = Debit kebutuhan air total (liter/hari)

Jumlah Kebutuhan Air Bersih Suatu Wilayah Pada Tahun Rencana

Setelah diketahui jumlah penduduk rencana (P_n) dan jumlah fasilitas tahun rencana (F_n) maka dapat diketahui jumlah kebutuhan air bersih suatu wilayah atau debit rencana (Q_r), yaitu dengan rumus (Adu, A.2006;15) :

$$Q_r = (P_n \cdot q) + (F_n \cdot q)$$

Dimana :

Q_r = debit rencana (m^3/det)

P_n = jumlah penduduk pada tahun rencana

Q = besarnya kebutuhan air (litr/org/hr)

F_n = jumlah fasilitas pada tahun rencana

❖ Standar Kebutuhan Air Bersih

Standar kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih yang dipergunakan pada tempat tempat hunian pribadi untuk memenuhi kebutuhan sehari hari.

❖ Kebutuhan Air Maksimum (Q_{max}) dan Jam Puncak (Q_{jp})

Menurut Dirjen Cipta Karya Departemen PU besarnya faktor jam puncak adalah 1,5 sedangkan faktor harian maksimum adalah 1,1. Angka ini adalah berupa kriteria perencanaan yang dimaksudkan untuk mempermudah dalam merencanakan jaringan distribusi air bersih yang didapatkan dari pendekatan empiris. Besaran tersebut dikalikan dengan jumlah kebutuhan air total.

❖ Kebutuhan Air Total (Q_t)

Kebutuhan air total adalah hasil dari perhitungan kebutuhan air domestik, kebutuhan air non domestik dan kehilangan air. Hasil dari penjumlahan tersebut merupakan total air yang akan didistribusikan. Perhitungan kebutuhan air total dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_t = Q_d + Q_{nd} + Q_{ka}$$

Keterangan:

Q_t = Kebutuhan air total

Q_d = Kebutuhan domestik

Q_{nd} = Kebutuhan non domestik

Q_{ka} = Kehilangan air

❖ Kehilangan Air

Jumlah kehilangan air sangat tergantung pada sistem distribusi yang dipakai dan pemeliharaannya. Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan sistem yang digunakan tidak didukung oleh keadaan wilayah. Analisis kehilangan air dihitung berdasarkan besarnya jumlah kebutuhan domestik dan nondomestik dikali dengan angka persentase kehilangan air sebesar 15% berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000 kategori V (desa).

Tabel 2. 3 Kebutuhan Air Domestik

Kategori Kota	Keterangan	Jumlah Penduduk (Orang)	Konsumsi Air (Ltr/org/Hari)
I	Kota Metropolitan	> 1.000.000	>150
II	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	150 - 120
III	Kota Sedang	100.000 – 500.000	90 – 120
IV	Kota Kecil	20.000 – 100.000	80 – 120
V	Desa	<20.000	80 – 100

Sumber : Ditjen Cipta Karya 2000.

Kebutuhan air non domestik menurut kriteria perencanaan pada Dinas PU dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

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

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	5	liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
Puskemas	1200	liter/hari
Hotel/losmen	90	liter/hari
Komersial/industri	10	liter/hari

Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000

Tabel 2. 5 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kota Kategori V (Desa)

Sektor	Nilai	Satuan
Gereja	500	Liter/unit/hari
Posyandu	1200	Liter/bed/hari
Kantor/ Industri	10	Liter/pegawai/hari

Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000.

- Kehilangan Energi Pada Pipa

Kehilangan energi akibat gesekan (*mayor losses*)

Kehilangan energi akibat gesekan dengan dinding pipa di aliran seragam dapat dihitung dengan persamaan *Darcy-Weisbach*. Persamaan sebagai berikut :

$$H_f = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g}$$

Dimana : H_f = kehilangan energi oleh tahanan permukaan pipa (m)

f = koefisien tahanan permukaan pipa dikenal dengan *Darcy-Weisbach* faktor gesekan

L = Panjang pipa (m)

V = kecepatan aliran (m/dtk)

d = diameter pipa (m)

g = percepatan gravitasi (m/dtk²)

kehilangan energi tahanan dan bentuk pipa (*minor losses*) : kehilangan energi akibat katup (h_f), kehilangan energi akibat belokan (h_b).

2.8 Teknis Pemasangan Pipa Dan Bak Penangkap Air

Kemudian pada pemasangan jaringan pipa, mengacu pada standar SNI 7511-2011 tentang tata cara pemasangan pipa transmisi dan pipa distribusi serta bangunan pelintas pipa.

1. Prosedur menurunkan pipa

Perkakas, peralatan, dan fasilitas harus disediakan oleh penyedia jasa pelaksanaan konstruksi bagi keamanan dan kelancaran pekerjaan.

2. Pemeriksaan dan pembersihan sebelum pemasangan

3. Penyambungan pipa

4. Konstruksi blok penahan (*thrust block*)

5. Lapisan pelindung luar (*coating*) dan lapisan pelindung dalam (*lining*)

6. Pemasangan selubung

7. Pengujian pada pengelasan pipa

8. Pekerjaan pemasangan pipa pada konstruksi bangunan khusus

9. Pengurugan

Pada pemasangan pipa mencakup hal hal mendasar sebagai berikut :

1. Penggalian tanah jalur pipa

Lebar galian dipersiapkan dengan baik agar dapat digunakan untuk memasukkan dan menyambung pipa serta memungkinkan untuk penimbunan di tahap akhir.

Tabel 2. 6 Ukuran Galian Pipa

Diameter pipa (mm)	Maksimum lebar galian W (mm)
50-100	750
150-195	850

Dan untuk kedalam galian pipa untuk pvc di tentukan sebagai berikut dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti kondisi tanah dan lain sebagainya.

- Untuk pipa yang akan ditanam di bawah permukaan tanah biasa, digunakan kedalaman 300 mm.
- Pipa yang akan dipasang di sisi jalan dan di bawah permukaan jalan kecil, digunakan kedalaman 450 mm.
- Pipa yang akan dipasang di bawah permukaan jalan besar dengan perkerasan, digunakan kedalaman 600 mm.
- Dan untuk pipa yang ditanam di bawah permukaan jalan besar tanpa perkerasan, digunakan kedalaman 750 mm.

Kedalaman pada galian jalur pipa tersebut disesuaikan dengan kebutuhan pondasi tanah, lapisan alas, urugan tempat peletakan pipa yaitu urugan di bawah pipa dan urugan di atas pipa, serta urugan penutup.

2. Pembuatan lapisan alas atau urugan di bawah dan di atas pipa.

Semua galian diurug kembali dengan pasir atau bahan lain, dan cukup dengan menggunakan tenaga manusia mulai dari lapisan pasir untuk alas sampai garis tengah pipa, di letakkan secara berlapis dengan ketebalan tidak lebih dari 150 mm dan selanjutnya dipadatkan dengan tongkat pemadat dengan tingkat kepadatan kering maksimum 95%.

Untuk pengurugan pipa pvc yang akan ditanam cukup dengan teknis sebagai berikut :

- a. Pengurugan menggunakan pasir ataupun butiran tanah halus dengan ukuran yg lebih kecil dari 20 mm (2 cm) untuk dasar dan sisi saluran maupun yang ada di atas pipa, serta tidak menggunakan tanah liat atau gambut.
- b. Untuk pengurugan pasir di mulai dari bawah pipa sampai dengan garis tengah dan diletakkan secara berlapis dengan ketebalan kurang lebih 100 mm (10 cm) dan selanjutnya dipadatkan.
- c. Urugan diatas pipa dengan tebal 300 mm (30 cm) dari puncak pipa untuk diameter pipa sampai dengan 195 mm (19,5 cm).

3. Bak Penangkap Air

Berdasarkan Permen Pekerjaan Umum Perumahan Dan Kawasan Pemukiman Kabupaten Kulon Progo tentang bangunan penangkap air menjelaskan beberapa ketentuan dari bangunan penangkap air yaitu :

- Bentuk tidak mengikat, menyesuaikan dengan topografi dan situasi lahan
- Bangunan diupayakan berbentuk elips bersudut tumpul atau empat persegi panjang
- Pipa keluar pada bak pengumpul tidak boleh lebih tinggi dari muka air asli sebelum dibangun
- Untuk kekuatan struktur :
 - Bangunan penangkap bagian luar kedap terhadap air dan tahan longsor
 - Bak penangkap harus kedap air, permukaan harus licin dan tertutup.
 - Lantai saluran drainase harus kedap air.

Komponen komponen dari bak penangkap air yaitu :

- Bangunan penangkap mata air.

- Bak penampung, berfungsi menampung air yang di tangkap dan dikumpulkan
- Saluran air hujan
- Pipa penguras, untuk membersihkan bak
- Pipa keluar untuk mengeluarkan air dari bak pengumpul melalui pipa transmisi
- Alat ukur debit, untuk mengetahui debit air yang keluar dari bangunan penangkap air.

Tipe bangunan penangkap air :

- Tipe IA : arah aliran artesis terpusat
- Tipe IB : arah aliran artesis tersebar
- Tipe IC : arah aliran artesis vertikal
- Tipe ID : arah aliran artesis gravitasi/aliran gravitasi kontak
- Tipe IIA : volume bak penampung $2 \times 2 \times 1 \text{ m}^3$
- Tipe IIB : volume bak penampung $2 \times 4 \times 1 \text{ m}^3$
- Tipe IIC : volume bak penampung $2 \times 5 \times 1 \text{ m}^3$

2.9 Analisis SWOT

Analisis *SWOT* adalah teknik yang digunakan untuk perencanaan dan pengambilan keputusan. Analisis *SWOT* sesuai digunakan dalam analisis strategi karena membantu memberikan pemahaman kondisi internal dan external objek analisis secara menyeluruh. *SWOT* digunakan untuk mengevaluasi strength (kekuatan), weakness (kelemahan), opportunity (peluang) dan threat (ancaman) dalam penentuan keputusan tertentu. Proses ini melibatkan penentuan tujuan yang spesifik dengan mengidentifikasi faktor internal dan eksternal Sehingga dapat diketahui strategi yang paling memungkinkan untuk diterapkan.