

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian – penelitian terdahulu yang digunakan sebagai bahan pembelajaran untuk penyusunan tugas akhir ini :

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Fahrizal Adnan, Citra Anggita, Muhammad Busyairi (2016)	Perencanaan Pengembangan Instalasi Pengolahan Air Unit Cendana Perusahaan Daerah Air Minum Kota Samarinda	Rancangan Penelitian , menentukan Estimasi debit produksi yang dibutuhkan dari tahun 2011-2022 memilih kriteria desain dan rumus perhitungan masing masing alat pengelohan , menghitung dimensi alat dan perhitungan rencana anggaran biaya	Untuk setiap unit instalasi yang akan dirancang dimensinya yaitu bak koagulasi bakflokulasi , bak sedimentasi , bak filtrasi . keempat bak ini dilakukan perancangan dimensi dalam mempengaruhi secara dominan

2	Dita Andini, Rachmawati S.DJ., Siti Ainun (2017)	Perencanaan Unit Pengolahann Air Bersih di Kecamatan Sumedang Selatan	Memberikan gambaran terhadap keadaan wilayah perencanaan. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diambil dengan menggunakan penelitian terhadap kualitas air sebelum dan sesudah <i>jar test</i> berdasarkan beberapa parameter. Sedangkan data sekunder adalah <i>business plan</i> PDAM. Dari analisis kualitas air dirancang bangunan pengolahan yang sesuai dengan kebutuhan, dengan mempertimbangkan kondisi eksisting.	Kekurangan air dapat dipenuhi dengan pembangunan air minum yang baru. Unit yang diperlukan dari karakteristik sungai sebagai sumber air baku adalah intake, koagulasi, filtrasi, dan desinfeksi dengan kebutuhan air maksimum harinya ($Q_{maks/day}$) 111,88Lt/det
---	--	---	---	---

3	Supriyanto (2016)	Studi Evaluasi dan Perencanaan Pengembangan Penyediaan Air Bersih di Kecamatan	untuk menghitung kebutuhan air bersih dan merencanakan pengembangan sistem jaringan distribusi air bersih pada Kecamatan Tuban dengan menggunakan perangkat software Waternet versi DEM09. Fungsi dari software ini agar dapat menganalisis aliran air yang mengalir dalam pipa dan dapat mengetahui tekanan yang terjadi pada masing-masing pipa.	Hasil evaluasi pada studi penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan layanan air bersih PDAM Kota Tuban untuk wilayah Kecamatan Tuban dari 62% (layanan tahun 2014) menjadi 68,60% (layanan tahun 2025). Dengan menggunakan analisa regresi linier, hasil proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Tuban pada tahun 2025 mencapai 43,154 jiwa. Dengan kebutuhan air bersih yang mencapai rata-rata 75,5 liter/detik, pendistribusian air bersih menggunakan sistem gravitasi.
---	-------------------	--	--	--

2.2 Sistem Penyediaan Air Bersih

Air baku yang berasal dari sumbernya yaitu air hujan, air dalam tanah atau air permukaan mempunyai kekeruhan yang berubah-ubah dan dapat tercemar oleh zat-zat kimia dan organisme penyebab penyakit. Oleh karena itu diperlukan suatu pengolahan untuk menghilangkan kekeruhan, zat-zat kimia dan organisme tersebut sehingga memenuhi persyaratan air minum. Sistem penyediaan air bersih harus dapat menyediakan jumlah air yang cukup untuk kebutuhan suatu daerah. Pada sistem penyediaan air bersih, hal yang penting adalah kualitas dan kuantitas air.

2.3 Sumber Air

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Sumber air dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu :

2.3.1 Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air minum, antara lain:

- a. Air waduk (berasal dari air hujan)
- b. Air sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
- c. Air danau (berasal dari air hujan, mata air, dan air sungai)

Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir di atas permukaan bumi. Selama pengalirannya, air permukaan mendapat pengotoran dari lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, dan sebagainya.

2.3.2 Air Laut

Air laut adalah air dari laut atau samudera. Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%, gas-gas terlarut, bahan- bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

2.3.3 Air Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah pada lajur/ zona jenuh air. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air yang keberadaannya terbatas dan kerusakannya dapat mengakibatkan dampak yang luas serta pemulihannya sulit dilakukan. Air tanah berasal dari air hujan dan air permukaan, yang meresap mula-mula ke zona tak jenuh dan kemudian meresap makin dalam hingga mencapai zona jenuh air dan menjadi air tanah. Air tanah berinteraksi dengan air permukaan serta komponen-komponen lain seperti jenis batuan penutup, penggunaan lahan, serta manusia yang di permukaan. Menurut Sutrisno (1991), Air tanah terbagi atas :

- a. Air Tanah Dangkal Terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, sedemikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah ini berfungsi sebagai saringan. Di samping penyaringan, pengotoran masih terus berlangsung,

terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul menjadi air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

- b. Air Tanah Dalam Terdapat sebuah lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa ke dalamnya sehingga dalam suatu kedalaman akan didapat satu lapis air. Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur artesis atau sumur bor. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air.

2.3.4 Mata Air

Mata air adalah air tanah yang dapat mencapai permukaan tanah melalui celah bebatuan karena adanya perbedaan tekanan. Mata air bersumber dari deposit air tanah yang memiliki tekanan tertentu dan keluar melalui dasar permukaan tanah melalui celah bebatuan. Karakteristik air dari mata air ini meliputi air tanah yaitu bebas bakteri pathogen bila cara pengambilannya baik, dapat langsung diminum tanpa pengolahan khusus, dan banyak mengandung mineral. Pada pengolahan mata air sebagai sumber air bersih, perlindungan mata air dari pencemaran sangat penting, demikian pula cara pendistribusiannya, *Bronkaptering* merupakan mata air yang dikelola untuk keperluan sekelompok rumah tangga yang diberi bangunan pelindung.

2.3.5 Air Hujan

Air hujan merupakan penyubliman awan/uap air menjadi air murni. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas. Misalnya karbon dioksida, nitrogen, dan amonia. Maka untuk menjadikan air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih banyak terdapat kotoran pada air hujan tersebut.

2.3.6 Jaringan Perpipaan Sistem Distribusi Air Bersih

Analisis jaringan pipa perlu dilakukan dalam pengembangan suatu jaringan distribusi maupun perencanaan suatu jaringan pipa baru. Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi. Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam analisis sistem jaringan pipa distribusi adalah :

- a. Peta distribusi beban, berupa peta tata guna lahan, kepadatan dan batas wilayah. Juga pertimbangan dari kebutuhan/ beban (area pelayanan).
- b. Daerah pelayanan sektoral dan besar beban. Juga titik sentral pelayanan (*junction points*).
- c. Kerangka induk, baik pipa induk primer maupun pipa induk sekunder.
- d. Untuk sistem induk, ditentukan distribusi alirannya berdasarkan debit

puncak.

- e. Pendimensian dengan besar debit diketahui dan kecepatan aliran yang diijinkan dapat ditentukan diameter pipa yang diperlukan.
- f. Kontrol tekanan dalam aliran distribusi, menggunakan prinsip kesetimbangan energi. Kontrol atau analisa tekanan ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, disesuaikan dengan rangka pendistribusian.

2.4 Analisa Kebutuhan Air Bersih

Analisis kebutuhan air bersih untuk masa yang akan datang menggunakan standar-standar perhitungan yang telah ada. Faktor-faktor yang mempengaruhi proyeksi kebutuhan air bersih antara lain seperti jumlah penduduk yang berkembang tiap tahun, tingkat pelayanan, dan faktor kehilangan air. Untuk menganalisis kebutuhan air bersih 15 tahun yang akan datang digunakan metode-metode yang 15 telah dijelaskan sebelumnya. Dari proyeksi pertumbuhan penduduk tersebut kemudian diperhitungkan jumlah kebutuhan air dari sektor domestik maupun non domestik berdasarkan kriteria. (Ditjen Cipta Karya 1996).

2.4.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi para penduduk untuk kepentingan sehari-hari. Jumlah kebutuhan didasarkan pada banyaknya penduduk, presentase yang diberi air dan cara pembagian air yaitu dengan:

- a. Sambungan rumah tangga
- b. Kran umum

Jumlah sambungan rumah dihitung dari jumlah pelanggan baru, yaitu 5 orang persambungan, sedangkan jumlah kran umumnya didasarkan atas 100 standar yang biasa digunakan serta kriteria pelayanan berdasarkan pada kategori.

Tabel 2.2. Standar kebutuhan air domestik

NO	URAIAN	KATEGORI BERDASARKAN JUMLAH JIWA				
		>1.000.000	500.000 S/D 1.000.000	100.000 S/D 500.000	20.000 S/D 100.000	<20.000
1	Konsumsi unit sambungan rumah (sr) 1o/h	190	170	130	100	80
2	Konsumsi unit hidran umum (hu) 1o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit non domestik 1o/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 maksimum	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)	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	***)70

*) 60% perpipaan, 30% non perpipaan

**) 25% perpipaan, 45% non perpipaan

Sumber : Ditjen Cipta Karya, Dep. PU, 2000

2.4.2 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk fasilitas fasilitas Umum seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan dan juga untuk keperluan Komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lainlain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan, dan lain-lain. Besar konsumsi non domestik sampai 2004 ditetapkan 10⁷4 dari kebutuhan domestik.

Tabel 2.3. Kebutuhan Air Non Domestik untuk kategori kota kategori I,II,III,IV

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	10	Liter/Murid/Hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	2000	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Kantor	10	Liter/pegawai/hari
Pasar	12000	Liter/hektar/hari
Hotel	150	Liter/bed/hari
Rumah Makan	100	Liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	Liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2-0,8	Liter/detik/hektar
Kawasan Pariwisata	0,1-0,3	Liter/detik/hektar

Sumber : Ditjen Cipta Karya DPU.

Tabel 2.4 Kebutuhan Air Non Domestik untuk kategori V (Desa)

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	5	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	1200	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Mushola	2000	Liter/unit/hari
Pasar	12000	Liter/hektar/hari
Komersial Industri	10	Liter/hari

Sumber : Ditjen cipta Karya DPU.

Tabel 2.5 Kebutuhan Air Non Domestik untuk kategori lain

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Lapangan Terbang	10	Liter/orang/detik
Pelabuhan	50	Liter/orang/detik
Stasiun KA dan Terminal Bus	10	Liter/orang/detik
Kawasan Industri	0,75	Liter/detik/hektar

Sumber : Ditjen cipta Karya DPU.

2.4.3 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih meliputi kebutuhan air bersih sektor domestik dan sektor non domestik, yang dihitung berdasarkan analisis proyeksi jumlah penduduk dan analisis data pertumbuhan terakhir fasilitas-fasilitas sosial ekonomi yang ada pada wilayah perencanaan.

- a. Total kebutuhan air bersih (Q_t) adalah total kebutuhan domestik (Q_d) ditambah total kebutuhan non domestik (Q_n) ditambah 20 % kebocoran/kehilangan air dari total rata-rata kebutuhan domestik dan non domestik.

$$Q_t = Q_d + Q_n + 20\% (Q_d + Q_n)$$

- b. Kebutuhan air harian maksimum (Q_m) dihitung berdasarkan kebutuhan air rata-rata dikali dengan faktor pengali 1,15 — 1,25.

$$Q_m = 1,15 \times Q_t$$

- c. Kebutuhan air jam puncak (Q_p) dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali dengan faktor pengali 1,65 -2,00.

$$Q_p = 1,75 \times Q_t$$

2.5 Pengolahan Air Bersih

Tujuan dari dilakukannya pengolahan air bersih untuk mengupayakan agar mendapat air bersih dan sehat sesuai dengan standar mutu air. Proses pengolahan air bersih merupakan proses fisik, kima, dan biologi air baku agar memenuhi syarat dapat digunakan sebagai air minum (Mulia, 2005).

Sumber air untuk keperluan domestik dapat berasal dari beberapa sumber, misalnya dari aliran sungai yang relatif masih sedikit terkontaminasi, berasal dari mata airpegunungan, berasal dari danau, berasal dari tanah, ataupun berasal dari sumber lain misalnya seperti air laut. Air tersebut harus terlebih dahulu diolah didalam wadah pengolahan air sebelum didistribusikan kepada pengguna. Variasi sumber air akan mengandung

senyawa yang tentu saja berbeda satu sama lainnya, maka sudah wajib bagi pengelola air untuk menjadikan air aman dikonsumsi bagi pengguna, yaitu air yang tidak mengandung bahan berbahaya untuk kesehatan berupa senyawa kimia untuk mikroorganisme (Manihar, 2007).

Menurut Manihar (2007), ada beberapa bagian atau langkah penting dalam pengolahan air yang sering dilakukan untuk mendapatkan air.

- a. Menghilangkan Zat Padat Sebelum air diolah untuk air bersih, sering ditemukan bahan baku air mengandung bahan-bahan yang terbawa ke dalam arus air menuju bak penampungan. Bahan padat yang mengapung dan melayang dengan ukuran besar tersebut dapat dihilangkan dengan proses penyaringan (filtrasi). Sedangkan untuk bahan padat ukuran kecil dihilangkan dengan proses pengendapan (sedimentasi). Untuk mempercepat proses penghilangan bahan ukuran kecil yang dikenal sebagai koloid perlu ditambahkan dengan koagulan. Bahan koagulan yang sering dipakai adalah alum (tawas). Tawas didalam air akan terhidrolisa dan membentuk senyawa kompleks aluminium yang siap bereaksi dengan senyawa basa di dalam air. Endapan berupa senyawa aluminium hidroksida akan terbentuk dan membawa serta mengikat senyawa-senyawa lain yang tersuspensi ke dalamnya dan mengendap bersama-sama berupa lumpur.
- b. Menghilangkan Kesadahan Air Kalsium dan magnesium dalam bentuk senyawa bikarbonat dan sulfat sering ditemukan dalam air yang dapat menyebabkan kesadahan air. Salah satu pengaruh kesadahan air adalah

dalam proses pencucian dengan menggunakan sabun karena terbentuknya endapan garam yang sukar larut bila sabun bereaksi dengan ion kalsium dan magnesium. Cara untuk menghilangkannya kesadahan air, misalnya air untuk konsumsi masyarakat digunakan proses penghilangan kesadahan air dengan penambahan soda Ca(OH)_2 dan abu soda Na_2CO_3 , sehingga kalsium akan mengendap sebagai Mg(OH)_2 . Bila kesadahan hanya disebabkan oleh kesadahan karbonat maka cukup hanya dengan menambahkan Ca(OH)_2 untuk menghilangkannya. Menghilangkan Bakteri Patogen Penghilangan mikroba patogen dapat dilakukan dengan menggunakan disinfektan. Umumnya bahan-bahan disinfektan ini bersifat oksidator, sehingga dapat membunuh mikroba patogen. Menurut Waluyo (2005) bahan-bahan disinfektan yang banyak dipakai adalah :

- 1) Kaporit Apabila klorin ditambahkan kedalam air akan terjadi hidrolisis dengan cepat yang menghasilkan ion klor dan asam hipoklorit.
- 2) Ozon Ozon atau O_3 bersifat mudah larut dalam air dan mudah terdekomposisi pada temperatur dan pH yang tinggi. Penggunaan ozon lebih aman dibanding dengan kaporit, terutama bagi mereka yang sensitive terhadap klor.

2.6 Penyediaan Air Bersih

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, manusia memperolehnya dengan cara sebagai berikut :

a. Sistem Individu

Yaitu sistem penyediaan air secara individu dan biasanya menggunakan cara yang lebih sederhana dan pelayanan yang terbatas, misalnya sistem satu sumur untuk satu rumah tangga.

b. Sistem Untuk Komunitas

Yaitu sistem penyediaan air bersih untuk komunitas di dalam perkotaan di mana pelayanannya secara menyeluruh yaitu untuk penduduk yang berdomisili tetap (domestik) dan tidak tetap (non domestik). Pada dasarnya sistem komunitas mempunyai sarana yang lebih lengkap ditinjau dari sudut teknis maupun pelayanan. Dalam penyajian selanjutnya yang dimaksudkan adalah sistem penyediaan air bersih untuk pelayanan komunitas.

2.7 Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air Bersih

2.7.1 Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Metode Distribusi Air :

- a. Air dapat disuplai kepada konsumen dengan gravity, pumping atau kombinasi keduanya
- b. Gravitational Flow
- c. Ketika sumber air (seperti danau, atau impounded reservoir) dengan ketinggian tertentu dan dengan tekanan yang diinginkan akan dapat juga sampai ke konsumen.

2.7.2 Sistem Pengaliran Air Bersih

Untuk mendistribusikan air bersih kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan dan peralatan yang lain.

- a. Cara Gravitasi. Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.
- b. Cara Pemompaan. Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen.
- c. Cara Gabungan. Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat.

2.8 Sumur Gali

- a. Defenisi Sumur gali (Chandra, 2006, h. 45)

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah- rumah. perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur merupakan sumber air yang banyak dipergunakan masyarakat Indonesia ($\pm 45\%$).

- b. Syarat sumur gali

Menurut Entjang (2000,h.77-78), syarat-syarat sumur gali adalah sebagai berikut:

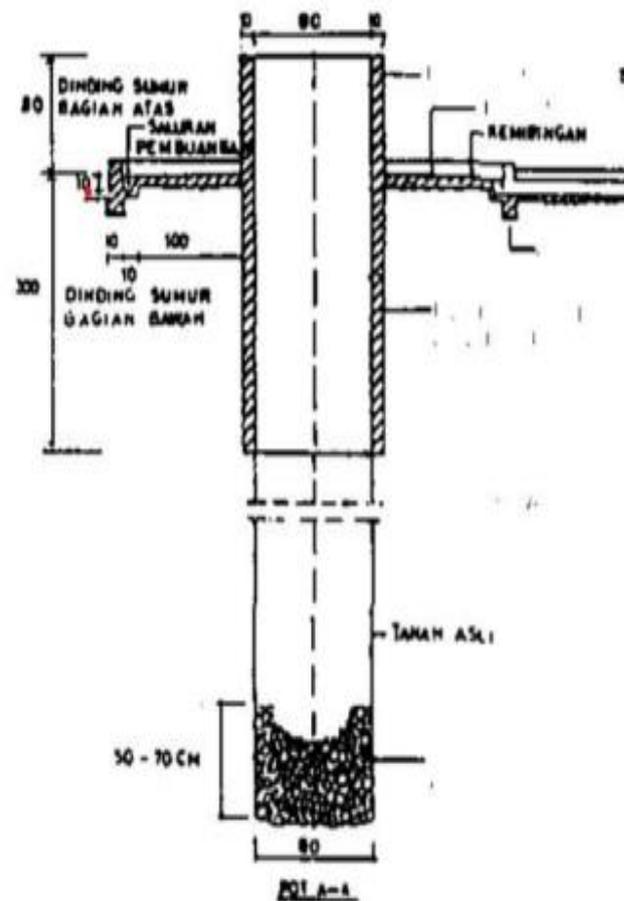
- 1) Syarat lokasi Untuk menghindari pengotoran yang harus diperhatikan adalah jarak sumur dengan cubluk (kakus), lubang galian sampah, lubang galian untuk air limbah, dan sumber-sumber pengotoran lainnya. Jarak yang harus diperhatikan adalah > 10 meter.
- 2) Sumur gali tanpa pompa Dinding sumur, 3 meter dalamnya dari permukaan tanah dibuat dari tembok yang tidak tembus air (di semen) agar perembesan air tidak terjadi dari lapisan ini, sebab tanah mengandung bakteri (bakteri hanya dapat hidup di lapisan tanah sampai 3 meter di bawah tanah). Secara teknis sumur dapat dibagi menjadi 2 jenis:

- a) Sumur Dangkal

Sumur semacam ini memiliki sumber air yang berasal dari resapan air hujan di atas permukaan bumi terutama di daerah dataran rendah. Jenis sumur ini banyak terdapat di Indonesia dan mudah sekali terkontaminasi air kotor yang berasal dari kegiatan mandi, cuci, dan kakus sehingga persyaratan sanitasi yang ada perlu sekali diperhatikan.

- b) Sumur dalam

Sumur ini memiliki air yang berasal dari proses purifikasi alami air hujan oleh lapisan kulit bumi menjadi air tanah. Sumber airnya tidak terkontaminasi dan memenuhi syarat sanitasi.



Gambar 2.1 Sumur Gali Air Bersih
Sumber : SNI 03- 2916-1992

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Umumnya rembesan berasal dari tempat buangan kotoran manusia kaku/jamban dan hewan, juga dari

limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun saluran air limbahnya yang tidak kedap air. Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumur pun dapat merupakan sumber kontaminasi, misalnya sumur dengan konstruksi terbuka dan pengambilan air dengan timba. Dari segi kesehatan sebenarnya penggunaan sumur gali ini kurang baik bila cara pembuatannya tidak benarbenar diperhatikan, tetapi untuk memperkecil kemungkinan terjadinya pencemaran dapat diupayakan pencegahannya. Pencegahan ini dapat dipenuhi dengan memperhatikan syarat - syarat fisik. Syarat konstruksi pada sumur gali tanpa pompa meliputi dinding sumur, bibir sumur, lantai sumur, serta jarak dengan sumber pencemar. Sumur gali sehat harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Syarat Lokasi atau Jarak Agar sumur terhindar dari pencemaran maka harus diperhatikan adalah jarak sumur dengan jamban, lubang galian untuk air limbah (cesspool, seepage pit), dan sumber- sumber pengotoran lainnya. Jarak tersebut tergantung pada keadaan serta kemiringan tanah.
 - 1) Lokasi sumur pada daerah yang bebas banjir.
 - 2) Jarak sumur >11 meter dari sumber pencemaran seperti kakus, kandang ternak, tempat sampah, dan sebagainya. Selain itu konstruksinya dibuat lebih tinggi dari sumber pencemaran.
- b. Dinding Sumur Gali
 - 1) Jarak kedalaman 3 meter dari permukaan tanah, dinding sumur gali harus terbuat dari tembok yang kedap air (disemen). Dinding

bagian atas terbuat dari pasangan bata/batako/batu belah tebal $\frac{1}{2}$ bata diplester adukan 1 PC : 2 PS setebal 1 cm atau pipa beton kedap air 0,80 cm x 1m atau beton bertulang 0,80 cm x 1 m. Hal tersebut dimaksudkan agar tidak terjadi perembesan air/pencemaran oleh bakteri dengan karakteristik habitat hidup pada jarak tersebut. Selanjutnya pada kedalaman 1,5 meter dinding berikutnya terbuat dari pasangan batu bata tanpa semen /pecahan adukan PC/pecahan marmer ukuran 3 – 5 cm, setebal 50 cm, sebagai bidang perembesan dan penguat dinding sumur.

- 2) Kedalaman sumur gali dibuat sampai mencapai lapisan tanah yang mengandung air cukup banyak walaupun pada musim kemarau.

c. Bibir sumur gali

Untuk keperluan bibir sumur ini terdapat beberapa pendapat antara lain:

- 1) Di atas tanah dibuat tembok yang kedap air setinggi minimal 70 cm untuk mencegah pengotoran dari air permukaan serta untuk aspek keselamatan.
- 2) Dibuat lebih tinggi dari permukaan air banjir, apabila daerah tersebut adalah daerah banjir.
- 3) memiliki tutup sumur yang kuat dan rapat.

d. Lantai Sumur Gali

Beberapa persyaratan konstruksi lantai sumur antara lain :

- 1) Lantai sumur dibuat dari tembok yang kedap air $\pm 1,5$ m lebarnya dari dinding sumur. Dibuat agak miring dan ditinggikan 20 cm di atas permukaan tanah, bentuknya bulat atau segi empat.
- 2) Lantai sumur dibuat dari pasangan bata/batu belah diplester dengan adukan 1 PC : 2 PS atau beton tumbuk 1 PC : 3 PS : 5 kerikil.

e. Saluran Pembuangan Air Limbah

Saluran Pembuangan Air Limbah dari sekitar sumur, dibuat dari pasangan bata diplester adukan 1 PC : 3 PS. Panjang saluran pembuangan air limbah (SPAL) sekurang-kurangnya 10 m. Sedangkan pada sumur gali yang dilengkapi pompa, pada dasarnya pembuatannya sama dengan sumur gali tanpa pompa, tapi air sumur diambil dengan mempergunakan pompa. Kelebihan jenis sumur ini adalah kemungkinan untuk terjadinya pengotoran akan lebih sedikit disebabkan kondisi sumur selalu tertutup.(SNI 032916 1992)

f. Kebersihan lingkungan sekitar sumur

Kebersihan sekitar sumur merupakan hal yang sangat penting sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan serta menurunkan nilai estetika. Sumur adalah salah satu konstruksi yang paling umum di pergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumahrumah perorangan sebagai air minum. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan air tanah yang relatif dekat dari tanah

permukaan, oleh karena itu dengan mudah terkontaminasi melalui rembesan Menurut (Trimurti Sukia Wulan, 2016, h. 32-36).

2.9 Aplikasi *EPANET 2.0*

Program *EPANET 2.0* adalah program simulasi model hidrolis sistem jaringan perpipaan (distribusi) yang dikembangkan oleh The Water Supply and Water Resources Division of the U.S. Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory (Lewis, 2000).

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir (Wigati, dkk, 2013).

EPANET menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. *EPANET* didesain sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib analisis berbagai aplikasi jaringan distribusi, sebagai contoh untuk pembuatan desain, kalibrasi model hidrolis, analisis sisa khlor dan analisis pelanggan.

EPANET adalah alat bantu analisis hidrolisis yang didalamnya terkandung kemampuan seperti :

- a. Kemampuan analisis yang tidak terbatas pada penempatan jaringan
- b. Perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan persamaan *Hazen-Williams*, *Darcy Weisbach* atau *chezy manning*.

- c. Termasuk juga *minor head losses* untuk *bend, fitting*, dsb
- d. Pemodelan terhadap kecepatan pompa yang konstan maupun variabel
- e. Menghitung energi pompa dan biaya
- f. Pemodelan terhadap variasi tipe dari valve termasuk *shutoff, check, pressure regulating* dan *flow control valve*.
- g. Tersedia tangki penyimpanan dalam berbagai bentuk, termasuk diameter yang bervariasi terhadap tingginya.
- h. Memungkinkan dimasukkannya kategori kebutuhan (demand) ganda pada *node*, masing-masing dengan pola tersendiri bergantung pada variasi waktu
- i. *Model pressure* yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (*sprinkler head*)
- j. Dapat dioperasikan dengan sistem dasar tangki sederhana atau kontrol waktu yang lebih kompleks (Kusuma, 2011).

Untuk menjalankan program aplikasi EPANET diperlukan input data yang mendukung, sehingga dihasilkan output yang menunjukkan performansi jaringan tersebut. Input yang diperlukan pada program ini yaitu:

- a. Input komponen yang mendukung sebuah sistem jaringan pipa yang meliputi pipa, pompa dan reservoir.
- b. Input berupa node yang menghubungkan masing-masing pipa sehingga membentuk sebuah sistem jaringan pipa.
- c. Input berupa nomor masing-masing komponen baik pipa, node, pompa, dan reservoir.

- d. Input yang menunjukkan karakteristik masing-masing komponen yang meliputi:
 - 1) Diameter, panjang, kekasaran bahan pipa
 - 2) Karakteristik pompa.
- e. Input persamaan yang akan digunakan yang merupakan karakteristik dari hidrolis.

Dengan menggunakan data yang berupa input seperti diatas maka analisa hidrolis dapat dilakukan (Rinaldy, 2013).