

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
1.	Ridwan Naway, F.Halim, M.I Jasin, L.Kawet	2013	Pengembangan sistem pelayanan air bersih	Survey lokasi dan pengambilan data Observasi lapangan, Kondisi ekisting, wawancara masyarakat, data geografis, data jumlah penduduk, debit air dan peta lokasi penelitian, distribusi menggunakan sistem pemompaan dan gravitasi, untuk mendesain sistem penyediaan air bersih digunakan software epanet 2.0	Perencanaan kebutuhan air bersih sampai tahun 2031, sistem penyediaan air bersih melalui reservoir kemudian disalurkan menggunakan pompa melalui pipa transmisi yg selanjutnya disebar ke daerah layanan menggunakan sistem gravitasi melalui pipa distribusi. Kapasitas reservoir sebesar 47,77 m3 dengan dimensi 4,5x4,5x3m.
2.	Hesti Kalensun, Lingkan Kawet, Fuad Halim	2016	Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Keluarahan Pangolombian Kecamatan Tomohan Selatan	Studi Litelatur. Survey lokasi dan pengumpulan data untuk mengetahui kondisi lapangan yang sebenarnya. Pengolahan dan pembahasan data, kesimpulan dan saran.	Sumber mata air yang dimanfaatkan sebagai sumber air dengan debit 6,31 liter/detik dapat memenuhi kebutuhan air bersih ditahun 2034 yaitu sebesar 1,003 liter/detik.

					dialirkan ke daerah layanan. Kapasitas reservoir sebesar 21,669 m ³ dengan dimensi reservoir 3x3x4m. Hidran umum berjumlah 24 buah .
3.	Rahayu hutami E.A.N,Eko Noerhayati	2018	Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Desa Ulu Konawehea Kecamatan Samaturu Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara	Data perimer Data penduduk dan KK untuk memproyeksi kebutuhan air bersih. Debit mata air. Peta topografi untuk menentukan elevasi dan perencanaan jaringan perpipaan.	Kebutuhan air bersih desa ulu konawehea sampai 10 tahun kedepan dengan debit 6,20 liter/detik.Kapasita s reservoir sebesar 23 m ³ . Dengan dimensi 3x3x3. Sistem jaringan distribusi menggunakan software Epanet 2.0
4.	Janice Gayle Mongisidi, Cindy J.Supit, Isri R. Mangangka	2019	Analisa sistem penyediaan air bersih di Desa Ranomerut Kecamatan Eris Kabupaten Minahasa	Survey dan analisis ketersediaan air bersih. Survey dan analisis perkembangan penduduk. Survey dan investigasi kebutuhan air baku untuk air bersih. Menghitung Debit air, Desain System Penyediaan air bersih.	Dalam Perencanaan sistempenyediaan air bersih memanfaatkan mata air dari lereng gunung. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk digunakan analisis regresi linear.
5.	Ranno Marlany Rachman, Triyantini	2020	Analisis kebutuhan jaringan distribusi Air Bersih di	Menganalisis kebutuhan air domestik dan non domestik. Analisis	Proyeksi kebutuhan air dari tahun 2019 diperoleh nilai

	Sundi, Ahmad Saputra Sukarman		Desa Laroonaha menggunakan Software Epanet 2.0	pertumbuhan penduduk Simulasi jaringan pipa menggunakan Software <i>Epanet 2.0</i>	kebutuhan air 0,23 liter/detik. Proyeksi 10 tahun kedepan yaitu tahun 2028 kebutuhan air sebesar 0,76 liter/detik. Dari hasil simulasi epanet didapat kecepatan aliran tertinggi pada pipa 1 dan 3, kehilangan energy tertinggi pada pipa 1,2,3 dan nilai tekanan tertinggi pada pipa jaringan Node 4 dan terendah pada Node 1.
--	-------------------------------	--	--	--	---

Sumber: Penelitian Terdahulu

2.1 Pengertian Air bersih

Air bersih secara umum diartikan sebagai air yang layak untuk dijadikan air baku bagi air minum. Dengan kelayakan ini terkandung pengertian layak untuk mandi, cuci dan kakus. Sebagai air yang layak untuk diminum, tidak diartikan bahwa air bersih itu dapat diminum langsung. Artinya masih perlu dimasak atau direbus hingga mendidih.

Air bersih merupakan air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. (Triatmadja, 2008; Supit 2015)

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air, air bersih merupakan air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum setelah dimasak.

Menurut (Suripin,2002) yang dimaksud air bersih yaitu air yang aman, sehat dan baik untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dengan rasa yang segar, suhu diantara 10°- 25° C (sejuk).

Air dapat dikatakan bersih dilihat dari 3 indikator fisik yaitu warna, bau dan rasa. Sementara dalam air minum indikator yang dipakai selain indikator fisik terdapat indikator kimia dan indikator biologi. Dalam indikator kimia parameter yang dipakai berupa pH, total solid, besi, mangan, klorida, seng dan lain-lain. Untuk indikator biologi biasanya indikator yang digunakan berupa ada atau tidaknya bakteri atau kuman di dalam air. Dalam pelayanannya, air minum harus memperhatikan 3K yaitu kualitas, kuantitas, dan kontinuitas.

2.2 Sumber Air Bersih

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 sumber air terbagi menjadi 4 kelompok yaitu air permukaan, air tanah, air hujan dan mata air.

a. Air Permukaan

Air permukaan yang mengalir di permukaan bumi ini akan membentuk menjadi air permukaan. Air permukaan umumnya mendapat pengotoran selama pengalirannya. Pengotoran tersebut misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun dan sebagainya (Nurhadini, 2016). Dengan adanya pengotoran ini akan menyebabkan kualitas air permukaan menjadi berbeda-beda. Pengotoran ini terjadi secara fisik, kimia dan bakteriologis (biologi). Setelah mengalami pengotoran tersebut air permukaan ini akan mengalami pembersihan. Secara umum air permukaan dibagi menjadi air sungai yang berasal dari air hujan dan mata air, air rawa atau air danau yang berasal dari air hujan dan mata air, atau air sungai, air waduk yang berasal dari air hujan (Nurhadini 2016).

b. Air Tanah

Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, kemudian air ini mengalami penyerapan ke dalam tanah dan terjadi penyaringan secara alami. Proses ini yang menyebabkan air tanah lebih baik dibandingkan dengan air

yang dari permukaan (Widyantira, 2019). Air tanah secara umum terbagi menjadi dua yaitu:

1) Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal yaitu sumber air yang terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan menjadi jernih tetapi menyebabkan lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur kimia tertentu untuk tiap-tiap bagian lapisan tanah. Selain untuk penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemuka lapisan rapat air, air yang akan terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air bersih melalui sumur-sumur dangkal (Jayanti, 2018). Air tanah dangkal terdapat pada kedalaman $\pm 15\text{m}$ sebagai sumber air bersih, air tanah ini ditinjau dari segi kualitas lumayan baik. Tetapi dari segi kuantitas kurang baik dan tergantung musim (Amaliah, 2018).

2) Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terdapat pada bagian setelah rapat air yang pertama. Pengambilan air pada tanah dalam tidak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus menggunakan bor dan memasukan pipa ke dalamnya sampai pada kedalaman 100– 300 m. jika tekanan air tanah dalam ini besar, maka air dapat menyembur keluar, sumur ini disebut sumur artesis (Amaliah, 2018).

c. Air Hujan

Air hujan atau air angkasa merupakan sumber utama air yang ada di bumi. Walaupun pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, tetapi air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, gas dan mikroorganisme, misalnya karbon dioksida, nitrogen dan ammonia

(Amaliah, 2018). Dari hal itu maka kualitas air hujan ini bergantung sekali pada kualitas udara yang dilaluinya sewaktu turun ke bumi. Bila kadar SO_2 yang berada di dalam udara tinggi, maka hujan yang turun akan bersifat asam, sehingga kualitas dari air hujan tersebut tercemar. Keadaan seperti ini sering ditemukan di daerah perindustrian (Soemirat dalam Amaliah, 2018).

d. Mata Air

Air yang keluar dari mata air ini biasanya berasal dari air tanah yang muncul secara alamiah. Air yang berasal dari mata air ini belum tercemar oleh kotoran. Mata air yang berasal dari tanah dalam, tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air dalam (Notoatmodjo, 2011)

2.3 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya air yang diperlukan untuk melayani penduduk yang dibagi dalam dua klasifikasi pemakaian air, yaitu untuk keperluan domestik (rumah tangga) dan non domestik. Dalam melayani jumlah cakupan pelayanan penduduk akan air bersih sesuai target, maka direncanakan kapasitas sistem penyediaan air bersih yang dibagi dalam dua klasifikasi pemakaian air, yaitu untuk keperluan domestik (rumah tangga dan non domestik).

a. Kebutuhan Air Bersih Domestik (Rumah Tangga)

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga yang dilakukan melalui Sambungan Rumah (SR) dan kebutuhan umum yang disediakan melalui fasilitas keran umum (Tanudjaja, 2011; Supit dan Momoto, 2016)

Tabel 2.2 Kriteria Kebutuhan air bersih domestic

NO	URAIAN	KATEGORI KOTABERDASARKAN JUMLAH JIWA				
		<1.00 0.000 METRO	500.000 s.d 1.000.000 BESAR	100.000 s.d 500.000 SEDANG	20.000 s.d 100.000 KECIL	<20.000 DESA
	1	2	3	4	5	6
1	Konsumsi Unit Sambungan	190	170	130	100	80

	Rumah(SR) liter/orang/hari					
2	KonsumsiUnit HidranUmum(HU) liter/orang/hari	30	30	30	30	30
3	KehilanganAir(%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	FaktorHariMaksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
5	FaktorJamPuncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
6	JumlahjiwaperSR	5	5	6	6	10
7	Jumlahjiwaper HU	100	100	100	100-200	200
8	Jamoperasi	24	24	24	24	24
9	VolumeReservoir (% maxdaydemand)	20	20	20	20	20
10	SR:HU	50:50:00 80:20:00	51:50:00 81:20:00	80:20:00	70:30:00	70:30:00
11	CakupanPelayanan (%)	90	90	90	90	75

Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, 2000

b. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan Air non domestic adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang di teridentifikasi ada berdasarkan rencana tata ruang. Sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial/umum seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan dan juga untuk kepentingan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lain-lain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lain-lain.

Tabel 2.3 Kebutuhan Air Non Domestik

KATEGORI WILAYAH			
No	KategoriWilayah	Jumlah Penduduk (jiwa)	Jumlah Rumah(buah)
1	Kota(I)	> 1.000.000	>200.000
2	Metropolitan(II)	500.000 –1.000.000	100.000–200.000
3	KotaBesar(III)	100.000–500.000	20.000 –100.000
4	KotaSedang(IV)	10.000 –100.000	2.000 – 20.000
5	Desa(V)	3.000 – 10.000	600 – 2.000

Sumber: PERMENPUNo.18 ,2007

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

KEBUTUHAN AIR NON DOMESTIK			
No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Sekolah	10	liter/murid/hari
2	Rumahsakit	200	liter/bed/hari
3	Puskesmas	2000	liter/unit/hari
4	Masjid	3000	liter/unit/hari
5	Kantor	10	liter/pegawai/hari
6	Pasar	12000	liter/hektar/hari
7	Hotel	150	liter/bed/hari
8	Rumahmakan	100	liter/tempatduduk/hari
9	Komplekmiliter	60	liter/orang/hari
10	Kawasanindustri	0.2 – 0.8	liter/detik/hektar
11	Kawasanpariwisata	0.1 – 0.3	liter/detik/hektar

Sumber: *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Pekerjaan Umum, 1996*

Tabel 2.5 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kategori V

KEBUTUHAN AIR NON DOMESTIK			
No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Sekolah	5	liter/murid/hari
2	Rumah sakit	200	liter/bed/hari
3	Puskesmas	1200	liter/unit/hari
4	Masjid	3000	liter/unit/hari
5	Mushola	2000	liter/unit/hari
6	Pasar	12000	liter/hektar/hari
7	Komersial/industry	10	liter/hari

Sumber: *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Pekerjaan Umum, 1996*

Tabel 2.6 Kebutuhan Air NonDomestik Untuk Kategori Lain

KEBUTUHANAIRNONDOMESTIK			
No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Lapanganterbang	10	liter/orang/detik
2	Pelabuhan	50	liter/orang/detik
3	Stasiun KAdan terminal bus	10	liter/orang/detik
4	Kawasan industri	0.75	liter/detik/hektar

Sumber: *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Pekerjaan Umum, 1996*

Tabel 2.7 Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran Umum (HU)	20-60 1/orang/detik
2	Sambungan Rumah (SR)	90 1/orang/hari
3	Lingkup pelayanan	60-80%
4	Perbandingan HU :SR	20:80 – 50:50

5	Kebutuhan Non Domestik	5%
6	Kehilangan air akibat kebocoran	15%
7	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5Qr
8	Pelayanan HU	100 orang/unit
9	Pelayanan SR	10 orang/unit
10	Jam operasi	12 jam/hari
11	Aliran maksimum HU	3000 l/hari
12	Aliran Maksimum SR	900 l/hari
13	Periode perencanaan	10 tahun

Sumber : Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2008

c. Kehilangan Air

Kehilangan Air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

2.4 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.

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.

$$Q_t = Q_d + Q_n + 20\% (Q_d + Q_n) \dots\dots\dots (2.1)$$

Kebutuhan air harian maksimum (Q_m) yaitu kebutuhan air pada hari tertentu dalam setiap minggu, bulan dan tahun dimana kebutuhan airnya sangat tinggi. Kebutuhan air maksimum (Q_m) dihitung berdasarkan kebutuhan air rata-rata dikali dengan faktor pengali yaitu 1,15-1,25.

$$Q_m = 1,15 \times Q_t \dots\dots\dots (2.2)$$

Kebutuhan air jam puncak merupakan kebutuhan air pada jam-jam tertentu dimana dalam satu hari kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak (Q_p) dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali dengan faktor pengali 1,65-2,00.

$$Q_p = 1.65 \times Q_t \dots\dots\dots (2.3)$$

Sesuai dengan *Millineum Development Goals (MDG)* maka pedoman yang perlu diketahui selain proyeksi jumlah penduduk dalam memprediksi kebutuhan air bersih adalah:

a. Tingkat Pelayanan Masyarakat

Cakupan pelayanan air bersih kepada masyarakat rata-rata tingkat nasional adalah 80% dari jumlah penduduk, rumus:

$$C_p = 80\% \times P_n \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan:

C_p = cakupan pelayanan air bersih (liter/detik)

P_n = jumlah penduduk pada tahun n proyeksi (jiwa)

b. Pelayanan Sambungan Rumah/sambungan langsung

Jumlah penduduk yang mendapatkan air bersih melalui sambungan rumah, rumus :

$$S_I = 80\% \times C_p \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan:

SI = Konsumsi Air Bersih Dengan Sambungan Rumah/Langsung (Liter/Detik)

Cp = Cakupan Pelayanan Air Bersih (Liter/Detik)

c. Sambungan Tak Langsung atau Sambungan Bak Umum

Sambungan tak langsung atau sambungan bak umum adalah sambungan untuk melayani penduduk tidak mampu dimana sebuah bak umum dapat melayani kurang lebih 100 jiwa atau sekitar 20 keluarga. Jumlah penduduk yang mendapatkan air bersih melalui sambungan tak langsung atau bak umum dihitung dengan rumus:

$$S_b = 20\% \times C_p \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan:

Sb = Konsumen air bak umum (Liter/detik)

Cp = Cakupan pelayanan air bersih (Liter/detik)

d. Konsumsi air bersih

Konsumsi kebutuhan air bersih sesuai dengan departemen pemukiman dan prasarana wilayah,(2002) diasumsikan konsumsi air bersih untuk sambungan rumah/sambungan langsung sebanyak 140 liter / orang / hari. Konsumsi air bersih untuk sambungan tak langsung/bak umum untuk masyarakat kurang mampu sebanyak 30 liter/orang/hari. Konsumsi air bersih non rumah tangga (kantor, sekolah, tempat ibadah, industri, pemadam kebakaran dan lain-lain) ditentukan sebesar 15% dari jumlah pemakaian air untuk sambungan rumah dan bak umum dengan rumus:

$$K_n = 15\% \times (SI + S_b) \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan:

Kn = konsumsi air untuk non rumah tangga (liter/detik)

SI = konsumsi air dengan sambungan rumah (liter/detik)

Sb = konsumsi air bak umum (liter/detik)

e. Kehilangan air

Kehilangan air diasumsikan sebesar 20% dari total kebutuhan air bersih, perkiraan kehilangan jumlah air ini disebabkan adanya sambungan pipa yang bocor, pipa yang retak dan akibat kurang sempurnanya waktu pemasangan, pencucian pipa, kerusakan *water mete*, pelimpah air di menara air dan lain-lain, rumus:

$$Lo = 20\% \times Pr \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan:

Lo = Kehilangan air (Liter/detik)

Pr = Produksi air (Liter/detik)

2.5 Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk adalah menentukan perkiraan jumlah penduduk pada beberapa tahun mendatang, sesuai dengan periode perencanaan yang diinginkan. Data yang diperlukan adalah jumlah penduduk maupun persentase kenaikan jumlah penduduk rata-rata pertahun yang diperoleh dari analisis data jumlah penduduk selama 5 tahun terakhir, serta rata-rata kenaikan jumlah penduduk selama 5 tahun terakhir.

Rumus yang dipakai untuk menentukan proyeksi jumlah penduduk yang dipakai yaitu, metode aritmatik, geometrik, dan regresi linear. Kriteria untuk memilih salah satu metode tersebut menggunakan rumus Standar Deviasi (SD). Standar deviasi harus yang paling kecil, karena nilai standar deviasi yang kecil menunjukkan bahwa data yang didapat dari proyeksi tidak berbeda jauh dengan data aslinya. Ketiga metode tersebut sebagai berikut:

a. Metode Geometrik

$$P_n = P_o (1+r)^n \dots\dots\dots (2.9)$$

$$R = \frac{\text{jumlah \% pertambahan}}{\text{Tahun } n \text{ Tahun } o} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun n proyeksi (jiwa)

P_o = jumlah penduduk pada awal proyeksi (jiwa)

r = presentase jumlah pertambahan penduduk dibagi selisih waktu dikurangi tahun awal proyeksi (%)

n = selisih waktu (tahun)

b. Metode Aritmatika

$$P_a = P_o + K_a (T_a - T_o) \dots\dots\dots (2.11)$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan:

P_n = jumlah penduduk pada tahun n

P_u = jumlah penduduk pada tahun awal

T_n = tahun ke n

T_u = tahun dasar

K_a = konstanta aritmatika

P_1 = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke n .

P_2 = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir.

T_1 = tahun ke 1 yang diketahui.

T_2 = tahun ke 2 yang diketahui.

c. Metode Regresi Lenier

$$Y = a + Bx \dots\dots\dots(2.13)$$

Dengan:

Y = Nilai variable berdasarkan garis regresi.

X = Variable independen.

A = konstanta.

B = Koefisien arah regresi linear.

Menurut sugiyono (2013;57) standar deviasi atau simpangan baku dari data yang telah disusun dalam tabel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{\sqrt{(Ki-K)}}{n} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan:

s = standar devisi.

Ki = variable interpenden X (jumlah penduduk)

K = Rata – rata penduduk

n = jumlah data

Standar deviasi menginformasikan tentang seberapa jauh bervariasi data terhadap nilai rata-ratanya. Semakin besar nilai standar deviasi semakin bervariasi data (heterogen) dan sebaliknya. Jika nilai SD jauh lebih besar dibandingkan nilai mean, maka nilai mean merupakan representasi yang buruk dari keseluruhan data. Sedangkan jika nilai SD sangat kecil dibandingkan nilai mean, maka nilai mean merupakan representasi yang baik yang dapat digunakan sebagai representasi dari keseluruhan data.

2.6 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 (Janice Gayle Mongisidi, 2019)

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan. (Dalam jurnal oleh Janice Gayle Mongisidi, Cindy J. Supit, Isri R. Mangangka, 2019)

Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu (tangki, dll, 2019).

Air yang disuplai melalui jaringan pipa distribusi, sistem pengalirannya terbagi atas dua alternatif pendistribusian yaitu:

a. Continuous system (sistem berkelanjutan)

Pada sistem ini, suplai dan distribusi air kepada konsumen dilaksanakan secara terus-menerus selama 24 (dua puluh empat) jam. Sistem ini biasanya diterapkan bila pada setiap waktu kuantitas air baku dapat memenuhi kebutuhan konsumsi air di daerah pelayanan.

b. Intermittent system

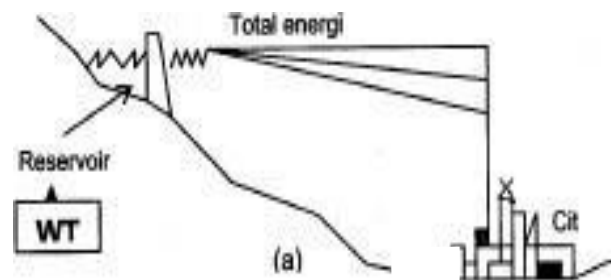
Pada sistem ini, air minum yang di suplai dan didistribusikan kepada konsumen dilakukan hanya selama beberapa jam dalam satu hari, yaitu dua sampai empat jam pada pagi dan sore hari. Sistem ini biasanya diterapkan apabila kuantitas air dan tekanan air tidak mencukupi.

2.7.1 Sistem Pengaliran Air Bersih

Distribusi air minum dapat dilakukan dengan beberapa cara, tergantung kondisi topografi yang menghubungkan sumber air dengan konsumen. Distribusi secara gravitasi, pemompaan maupun kombinasi pemompaan dan gravitasi dapat digunakan untuk menyuplai air ke konsumen dengan tekanan yang mencukupi. Berikut penjelasan dan gambar dari masing-masing sistem pengaliran distribusi air bersih (*Joko Tri, 2010:15-16*):

a. Cara Gravitasi

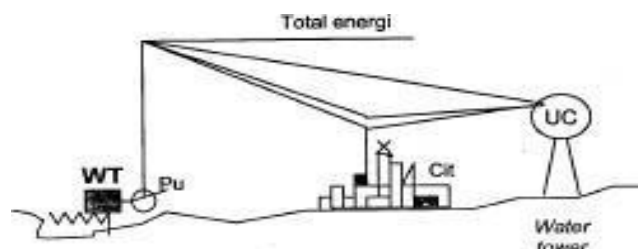
Cara pengaliran gravitasi ini digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.



Gambar : 2.1 sistem Pengaliran Air Cara Gravitasi

b. Cara pemompaan

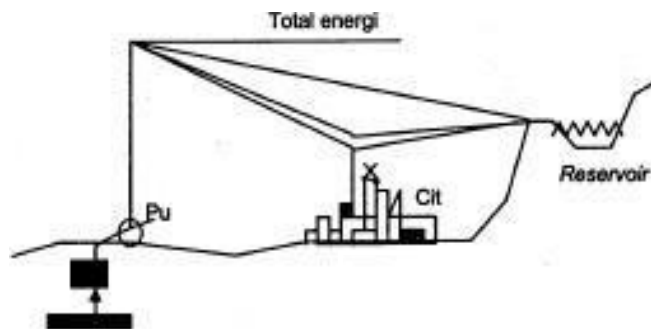
cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen. Cara ini digunakan apabila elevasi antar sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup.



Gambar : 2.2 sistem Pengaliran Air Cara Pemompaan

c. Cara gabungan

Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompa dan disimpan dalam reservoir distribusi.



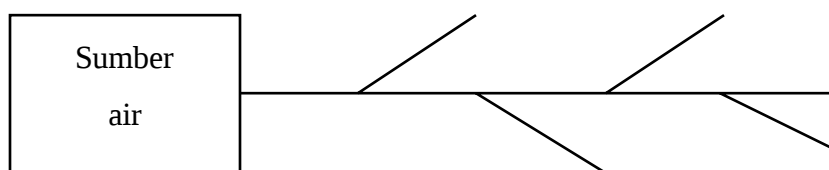
Gambar : 2.3 sistem Pengaliran Air Cara Gabungan

2.7.2 Pola Jaringan Distribusi

Macam-macam pola jaringan sistem distribusi air bersih :

a. Sistem Cabang (Terbuka)

Adalah sistem pendistribusian air bersih yang bersifat terputus-putus membentuk cabang sesuai dengan daerah pelayanan. Seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.4 Sistem cabang

Keuntungan :

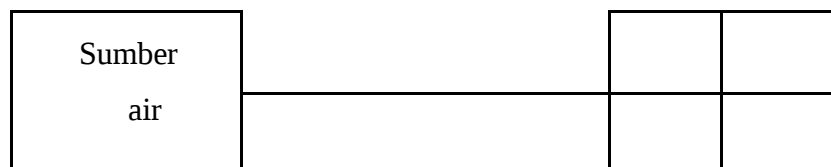
- 1) Tidak menimbulkan perhitungan dimensi pipa yang rumit karena debit dapat dibagi berdasarkan cabang-cabang pipa pelayanan.
- 2) Untuk pengembangan daerah pelayanan lebih mudah karena hanya tinggal menambah sambungan pipa yang telah ada.

Kerugian:

- 1) Jika terjadi kebocoran atau kerusakan pengaliran pada seluruh daerah akan terhenti.
- 2) Pembagian debit tidak merata.
- 3) Operasional lebih sulit karena pipa yang satu dengan yang lain saling berhubungan.

b. Sistem Loop (tertutup)

Adalah sistem perpipaan melingkar dimana ujung pipa yang satu bertemu dengan ujung pipa yang lain.



Gambar 2.5 Sistem Loop (Tertutup)

Keuntungan :

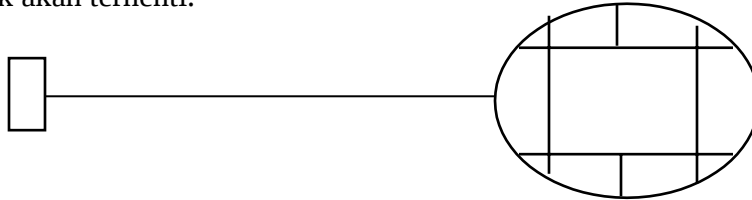
- 1) Debit terbagi rata karena perencanaan diameter berdasarkan pada jumlah kebutuhan total.
- 2) Jika terjadi kebocoran atau kerusakan atau perubahan diameter pipa maka hanya daerah tertentu yang tidak mendapat pengaliran, sedangkan untuk daerah yang tidak mengalami kerusakan aliran air tetap berfungsi.
- 3) Pengoperasian jaringan lebih mudah.

Kerugian :

- 1) Perhitungan dimensi perpipaan membutuhkan kecermatan agar debit masuk pada setiap pipa merata.

c. Sistem Melingkar

Dibandingkan dengan sistem-sistem sebelumnya merupakan sistem yang terbaik. Sirkulasi air dalam jaringan lancar, bila ada perbaikan kerusakan distribusi air tidak akan terhenti.



Gambar 2.6 Sistem Melingkar

Keuntungan :

- 1) Pemerataan tekanan baik

Kekurangan :

- 1) Biaya investasi mahal.
- 2) Sistem operasi yang sulit.

2.7 Proses Pengolahan Air Bersih

Proses pengolahan air bersih bertujuan untuk mengubah air baku menjadi air yang layak untuk digunakan oleh manusia.

a. Sumber mata air

Pemilihan sumber mata air harus dilakukan survey langsung di lapangan. Mencari sumber air yang layak dan dapat memenuhi jumlah kebutuhan air yang direncanakan. Debit dari sumber air harus lebih besar dari jumlah kebutuhan air penduduk yang telah direncanakan.

b. Bangunan Penangkap mata air (bronkaptering)

Bronkaptering adalah bangunan yang dibangun untuk menangkap mata air yang keluar dari mata air. Ukuran bangunan selalu disesuaikan dengan kondisi penyebaran keluaran mata air.

c. Sistem transmisi

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

d. Reservoir

Reservoir merupakan bangunan yang sangat penting yang berfungsi untuk menampung air sebelum dialirkan ke pelanggan. Lama penampungan disesuaikan dengan tingkat pemakaian air pada masa jam pemakaian, jam puncak dan pemakaian air rata-rata. Air bersih yang ada dalam bak reservoir akan disalurkan dengan menggunakan pompa (Sutrisno, 2006)

e. Pipa distribusi

Pipa distribusi merupakan saluran sebagai sarana pengaliran atau transportasi air ke daerah pelayanan (konsumen).

2.8 Reservoir (Bak Penampung)

Reservoir adalah tempat penyimpanan air untuk sementara sebelum di distribusikan kepada konsumen jika diperlukan suatu waktu. Lama penampungan disesuaikan dengan tingkat pemakaian air pada masa pemakaian jam puncak dan pemakaian rata-rata.

Reservoir merupakan salah satu unit yang sangat penting dalam pengembangan sistem penyediaan air bersih. Reservoir harus terletak sedekat mungkin dengan pusat pemakaian. Pemakaian air dalam reservoir harus cukup tinggi untuk memungkinkan aliran gravitasi dengan tekanan yang cukup ke sistem distribusi yang akan dilayani (SNI 7509-2011).

Reservoir berasal dari bahasa inggris yang artinya waduk ataupun kolam air atau kolam tendon penyimpanan air. Tetapi dalam instalasi pengolahan air, reservoir bukan Cuma sebagai kolam penyimpanan air tetapi juga sebagai tempat penampungan air sebelum ke pelanggan karena tidak konstannya pemakaian aliran sehingga perlu dibuat reservoir demi kelancaran kontinuitas pengaliran air pada pelanggan.

Konstruksi reservoir harus dibuat sedemikian rupa sehingga air yang ditampung terhindar dari kontaminasi dari luar sehingga air yang disimpan tetap layak untuk di manfaatkan. Ada beberapa jenis reservoir sebagai berikut:

Berdasarkan fungsinya reservoir dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

a. Reservoir Distribusi (pelayanan)

Reservoir pelayanan berfungsi sebagai pemasok sebagian besar jaringan pipa distribusi, untuk menambah tekanan air pada jaringan distribusi, untuk menstabilkan tekanan air pada jaringan pipa distribusi.

Volume reservoir pelayanan dapat ditentukan berdasarkan jumlah air maksimum yang harus ditampung pada saat pemakaian air bersih dan air yang harus disediakan pada saat pengaliran jam puncak karena adanya fluktuasi pemakaian air di wilayah pelayanan dan periode pengisian reservoir.

b. Reservoir penyeimbang

Reservoir penyeimbang berfungsi sebagai penampung air bersih yang dipompakan dan didistribusikan ke beberapa reservoir pelayanan dengan menggunakan pompa yang merata sehingga dapat menghemat pemakaian tenaga listrik. (joko,2010). Volume reservoir penyeimbang dapat ditentukan berdasarkan keseimbangan aliran keluar dan aliran masuk reservoir selama pemakaian air di daerah pelayanan

2.10.1 Jenis Reservoir

Berdasarkan letaknya Reservoir terdibedakan menjadi dua jenis yaitu:

a. Reservoir permukaan (Ground reservoir)

Yaitu reservoir yang dibangun di bawah atau pada permukaan tanah. Reservoir jenis ini bisa seluruhnya di bawah permukaan atau sebagian lagi di atas permukaan tanah.



Gambar: 2.8 Reservoir bawah tanah(Groundreservoir)

b. Reservoir menara air (Elevatedreservoir)

Yaitu reservoir yang di bangun di atas bangunan bentuk menara dengan kaki (tiang penyangga) dengan ketinggian tertentu agar pengaliran air dapat dilakukan secara gravitasi.



Gambar : 2.9Reservoir menara air (Elevatedreservoir)

Jenis reservoir berdasarkan bahan konstruksinya

c. Reservoir dari Baja

Jenis reservoir ini lebih murah dibandingkan dengan tangki beton, akan tetapi reservoir dengan konstruksi baja lebih rentan terhadap karat, oleh sebab itu maka perlu dicat dan di lindungi dengan cathodic protection. Banyak reservoir menara dan standpipe atau reservoir tanah yang dikonstruksikan dari bahan baja yang dibaut atau dilas.



Gambar : 2.10 Reservoir dari baja

d. Reservoir dari beton

Reservoir beton dibuat pertama kali tanpa penutup. Perkembangan selanjutnya konstruksi ini sudah memakai penutup dari kayu atau beton. Penutup reservoir akan menjaga air tetap bersih dan tidak terkontaminasi. Akan tetapi biaya konstruksi reservoir dari beton relatif lebih tinggi dibandingkan reservoir baja. Sementara itu untuk tangki beton cetakan tergantung dari ketersediaan cetakannya sehingga membatasi variasi bentuk strukturnya. Biasanya tangki ini berbentuk segi empat ataupun bujur sangkar.



Gambar : 2.11 Reservoir dari beton

e. Reservoir Pasangan Bata

Penggunaan bata merah sebagai bahan pengisi dinding bangunan sudah umum kita lihat berbagai bangunan dari dulu hingga kini. Kelebihan dari material ini adalah kekuatan, kekokohan serta tahan lama sehingga jarang sekali terjadi keretakan dinding. Sedangkan kekurangannya adalah sulitnya membuat pasangan bata yang rapi sehingga membutuhkan plasteran yang cukup tebal agar menghasilkan dinding yang cukup rata dan kecendrungan pemborosan dalam penggunaan material perekatnya.



Gambar : 2.12 Reservoir Pasangan Bata

f. Reservoir Fiberglass

Penggunaan fiberglass sebagai bahan untuk membuat reservoir memiliki beberapa kelebihan seperti ringan, tekstur dinding tangki kaku dan terlihat kuat. Adapun kekurangan yang dimiliki yaitu rendah terhadap benturan dan dinding tangki mudah retak, tidak tahan terhadap UV dan oksidasi bila Terjemur sinar matahari.



Gambar : 2.13 Reservoir Fiberglass

2.10.2 Fungsi Reservoir

Bila ditinjau dari fungsinya, maka fungsi dasar dari reservoir adalah tempat penampungan air, selain itu reservoir ini mempunyai beberapa fungsi antara lain :

a. Melayani Fluktuasi Pemakaian

Karena pemakaian air oleh pelanggan yang berubah-ubah setiap saat maka reservoir harus selalu siap dalam arti tidak kekurangan persediaan.

b. Pemerataan Tekanan

Air yang berasal dari pipa atau mata air biasanya mempunyai tekanan yang tinggi (karena beda elevasi) dengan daerah layanan, dengan adanya reservoir yang merupakan sebagai perantara dari transmisi ke distribusi maka tekanan kembali nol lagi sebelum melewati jaringan distribusi.

c. Distributor

Distributor berarti melayani atau penghubung aliran ke pelanggan, yang tentunya melewati jaringan distribusi.

d. Persediaan Pada Waktu Darurat

Reservoir pada waktu di desain harus memperhitungkan faktor keamanan dan pemadam kebakaran yang digunakan sebagai persediaan pada waktu darurat (terjadi kebakaran) apapun yang disebabkan oleh hal-hal lain.

e. Meratakan Tekanan Pemompaan Pada Area Distribusi

Reservoir juga berfungsi untuk meratakan tekanan pemompaan pada area distribusi.

2.10.3 Perlengkapan Reservoir

Bagian utama dari reservoir adalah bak tempat penampungan air bersih, biasanya reservoir ini dilengkapi dengan :

a. Perpipaan yang terdiri dari:

- 1) Pipa air masuk (pipa inlet)
- 2) Pipa air keluar (pipa outlet) pada umumnya dilengkapi dengan saringan.
- 3) Pipa peluap dan pipa penguras untuk membuat air yang berlebih pada reservoir, sedangkan pipa penguras digunakan menguras reservoir.

- 4) Pipa udara (pipa vent) biasanya dilengkapi dengan kawat kasa, yang gunanya untuk menghindari serangga atau dedaunan yang masuk ke dalam reservoir.
- b. Lubang inspeksi (manhole) digunakan untuk mengontrol atau untuk masuk ke dalam reservoir.
- c. Tenaga untuk naik ke menara reservoir dan tangga untuk masuk ke dalam reservoir.
- d. Alat petunjuk tinggi muka air dalam reservoir
- e. Alat pengukur debit air (meter air) biasanya dipasang pada pipa air masuk ke reservoir atau pada pipa air keluar dari reservoir.

2.10.4 Volume Reservoir

Berdasarkan SNI 7509-2011 metode perhitungan volume efektif reservoir dapat ditentukan dengan beberapa cara, yaitu:

- a. Metode tabulasi; volume efektif adalah jumlah dari selisih positif terbesar (m^3) dengan selisih negatif terbesar (m^3) antara fluktuasi pemakaian air dan pasokan air ke reservoir. Hasil perhitungan nilai kumulatif dibuat dalam bentuk tabel.
- b. Secara persentase; volume efektif dapat ditentukan minimum 10% dari kebutuhan air maksimum perhari.
- c. Kurva masa; volume efektif dapat diketahui dari jumlah persentase akumulasi surplus terbesar pemakaian air ditambah akumulasi defisit terbesar pemakaian air terhadap akumulasi pengalihan air ke reservoir.

Volume reservoir dapat ditentukan dari jumlah sambungan. Volume reservoir adalah 10-20% dari kebutuhan total harian, sehingga dirumuskan:

$$\text{Volume reservoir} = 20\% + \text{kebutuhan total harian kapasitas reservoir} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{Dimensi reservoir} = P.L.T \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

T = Tinggi (m)

2.10.5 Tinggi Elevasi Energi

Elevasi energi reservoir harus mampu melayani seluruh jaringan distribusi. Elevasi energi akan menentukan sistem pengaliran dengan reservoir menuju jaringan distribusi. Bila *elevasi energi pada reservoir lebih tinggi* dari sistem distribusi maka pengaliran dapat dilakukan secara gravitasi. Selain itu pada kondisi *elevasi energi reservoir lebih rendah* dari jaringan distribusi maka pengaliran dapat dilakukan dengan menggunakan pompa.

2.10.6 Penempatan Reservoir

Terdapat beberapa pertimbangan untuk menentukan letak reservoir, diantaranya sebagai berikut:

- a. Reservoir pelayanan ditempatkan sedekat mungkin dengan pusat daerah pelayanan.
- b. Tinggi reservoir pada sistem gravitasi ditentukan berdasarkan tekanan minimum sesuai dengan hasil perhitungan hidrolis di jaringan pipa distribusi. Muka air rencana diperhitungkan berdasarkan tinggi muka air minimum.
- c. Jika elevasi muka tanah wilayah pelayanan bervariasi, maka wilayah pelayanan dapat dibagi menjadi beberapa zona wilayah pelayanan yang dilayani masing-masing dengan satu reservoir.
- d. Jumlah pompa dan waktu pemakaian pompa harus bisa mencukupi kebutuhan pengaliran air.