

**BAB II**  
**LANDASAN TEORI**

**2.1 Tinjauan Pustaka**

**Tabel 2.1. Kajian Terdahulu**

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Ni Kadek A. F. C. E. Subagia	2015	Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Suluun Tiga Kecamatan Suluun Tareran Kabupaten Minahasa Selatan	Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif.	Dari hasil proyeksi pertumbuhan penduduk didapat kebutuhan air bersih Desa Suluun Tiga yaitu 0,431 l/det dengan debit total mata air sebesar 0,506 l/det. Jadi air dari mata air dapat memenuhi kebutuhan air bersih warga Desa Suluun Tiga sampai tahun 2034. Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Suluun Tiga dibagi menjadi 2 zona. Zona 1 mata air berada di daerah yang lebih tinggi dari daerah layanan sehingga air akan di kumpulkan di reservoir distribusi berukuran (2,5x2,5x3,4) m kemudian dialirkan secara gravitasi ke 5 hidran umum yakni hidran umum 1, 2, 3, 4, dan 5. Zona 2 mata air berada pada daerah yang lebih rendah dari daerah layanan sehingga air akan dikumpulkan di brokaptering berukuran (3x3x3) m kemudian dipompa ke reservoir distribusi berukuran (3x3x4)m yang letaknya lebih tinggi dari daerah layanan sehingga air akan

					dialirkan secara gravitasi ke 6 hidran umum yakni hidran umum 6, 7, 8, 9, 10, dan 11. Jenis pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal SANYO PW H137 dan Multi Pro PS 123A-MP. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa HDPE. Untuk menganalisa sistem perpipaan distribusi menggunakan program Epanet 2.0.
2	Novriyan Masombe Fuad Halim, Alex Binilang	2015	Perencanaan Sistem Pelayanan Air Bersih di Kelurahan Bonkawir Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat	Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif.	Berdasarkan pada hasil proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan analisa regresi eksponensial didapat jumlah penduduk pada tahun 2025 sebesar 4001 jiwa, kemudian dengan Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan dimana kebutuhan 30 liter/orang/hari selanjutnya dapat dihitung Kebutuhan air bersih di Kelurahan Bonkawir pada tahun 2025 yang mencapai 2,936 liter/detik. Sistem distribusi ke daerah layanan menggunakan sistem gravitasi dimana terdapat reservoir dengan ukuran 3,5m x 4m x 5,2m. Hasil perhitungan diameter pipa dari unit pengolahan ke reservoir adalah 6 inci dan pipa distribusi bervariasi antara 3 inci, 2 inci dan 1 inci, untuk mendesain dimensi pipa digunakan rumus Hazenwiliam dan software EPANET 2.0.

3	Andronikus Pebakirang  Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw	2015	Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa  Munte Kecamatan Likupang Barat  Kabupaten Minahasa Utara	Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif.	Berdasarkan analisis ketersediaan air yang bersumber dari sungai terdekat berdasarkan analisis debit andalan 90% bulanan adalah sebesar 4,491 liter/detik. Kebutuhan air bersih penduduk Desa Munte sesuai tahun rencana yaitu hingga tahun 2024 dengan jumlah 2939 jiwa, diperoleh dari hasil analisa regresi polinomial didapat sebesar 2,1564 liter/detik. Untuk penyaluran air dari sungai ke Desa Munte, direncanakan dengan tipe pengambilan langsung (free intake) dengan saluran pengambilan menuju ke IPA, dari IPA dengan menggunakan pipa HDPE diameter 2", air dialirkan ke reservoir distribusi berukuran 4m x 4m x 3,35m dan dari reservoir air dialirkan melalui pipa distribusi induk HDPE diameter 2" menuju desa dimana untuk pelayanan bagi masyarakat dipasang 30 kran umum.
---	---	------	---	---	--

*Sumber: Penelitian terdahulu*

## **2.2. Pengertian Air Bersih**

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan, karena kehidupan di dunia tak dapat berlangsung terus tanpa tersediaan air yang cukup. Penyebab susahny mendapatkan air bersih adalah adanya pencemaran air yang di sebabkan oleh limbah industri, rumah tangga, dan

limbah pertanian. Selain itu disebabkan oleh adanya pembangunan dan penebangan hutan secara liar menyebabkan berkurangnya kualitas mata air dari pegunungan. Akibatnya air bersih terkadang menjadi barang langka. (Asmadi,dkk, 2007). Peningkatan kuantitas air adalah merupakan syarat kedua setelah kualitas, karena semakin maju tingkat hidup seseorang, maka akan tinggi pula tingkat kebutuhan air dari masyarakat tersebut.

Untuk keperluan air minum maka di butukan air rata-rata sebanyak 5 liter/hari, sehingga secara keseluruhan kebutuhan air suatu rumah tangga untuk masyarakat Indonesia diperkirakan sebesar 120 liter/hari. Berdasarkan konvensi tingkat tinggi bumi tahun 2002 di johannas burg menyatakan bahwa penduduk dunia yang tidak memiliki akses terhadap air bersih adalah sekitar 1 miliar orang, sehingga pada KTT bumi tersebut juga disepakati bahwa akan meningkat cakupan pelayanan air minum menjadi 80 % untuk masyarakat perkotaan dan 40 % untuk masyarakat perdesaan (BPPT, 2009).

Bagi kebutuhan manusia air adalah salah satu kebutuhan mutlak karena sebenarnya zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air yang jumlah airnya menurut penelitian kira-kira 60-70% dari berat badannya. Untuk kelangsungan hidupnya, tubuh manusia membutuhkan air yang jumlahnya antara lain tergantung pada berat badannya. Untuk orang dewasa kira-kiranya memerlukan air 2.200 gr setiap harinya. (Asmadi,dkk, 2007).

### **2.3. Kebutuhan Air Bersih**

Air adalah sumber daya alam yang mutlak diperlukan bagi kehidupan manusia dan dalam sistem tata lingkungan, air adalah unsur lingkungan. Kebutuhan manusia

akan kebutuhan air selalu meningkat dari waktu ke waktu, bukan saja karena meningkatnya jumlah manusia yang memerlukan air tersebut, melainkan juga karena meningkatnya intensitas dan ragam dari kebutuhan akan air, (Silalahi. M.D., 2012).

Kebutuhan air adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, penggelontoran kota dan lain-lain. Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik, industri, pelayanan umum dan kebutuhan air untuk mengganti kebocoran, (Moegijantoro, 2005). Kebutuhan air bersih yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya. Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas.

a. Ditinjau dari segi kuantitas

- 1) Kebutuhan air untuk minum dan mengolah makanan 5 liter/hari.
- 2) Kebutuhan air untuk *hygien* yaitu untuk mandi dan membersihkan dirinya 25-30 liter/ hari.
- 3) Kebutuhan air untuk mencuci pakaian dan peralatan 25-30 liter/hari.
- 4) Kebutuhan air untuk menunjang pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas atau pembuangan kotoran 4-6 liter/hari, sehingga total pemakaian perorangan 60-70 liter/ hari.
- 5) Banyaknya pemakaian air tiap harinya untuk setiap rumah tangga berlainan, selain pemakaian harian yang tidak tepat, banyaknya keperluan air bagi tiap orang atau setiap rumah tangga itu masih tergantung dari beberapa faktor,

diantaranya adalah pemakaian air di daerah panas akan lebih banyak dari pada di daerah dingin.

b. Ditinjau dari segi kualitas (mutu) air

Berdasarkan kualitas air tanah di pengaruhi beberapa hal diantaranya:

- 1) Iklim meliputi curah hujan dan teperatur. Perubahan temperature berpengaruh terhadap larutan gas. Semakin rendahnya temperatur maka gas yang tertinggal sebagai larutan semakin banyak. Dari curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan melarutkan unsur kimia antara lain oksigen, karbon dioksida, nitrogen, dan unsur lainnya.
- 2) Litologi yaitu jenis tanah dan batuan dimana air akan melarutkan unsur-unsur padat dalam batuan tersebut.
- 3) Waktu yaitu semakin lama air tanah itu tinggal disuatu tempat akan semakin banyak unsur yang terlarut.
- 4) Aktifitas manusia yaitu kepadatan penduduk berpengaruh negatif terhadap air tanah apa bila kegiatannya tidak memperhatikan lingkungan seperti pembuangan sampah dan kotoran manusia. (Asmadi,dkk, 2007).

Sedangkan untuk kualitas air yang baik adalah sebagai berikut :

a. Secara fisik

1) Rasa

Kualitas air yang baik adalah tidak berasa. Rasa dapat ditimbulkan karena adanya zat organik atau bakteri yang masuk ke badan air.

## 2) Bau

Kualitas air yang baik adalah tidak berbau, karena bau ini dapat ditimbulkan oleh pembusukan zat organik seperti bakteri serta kemungkinan akibat tidak langsung dari pencemaran lingkungan.

## 3) Suhu

Secara umum, kenaikan suhu perairan akan mengakibatkan kenaikan aktivitas biologi sehingga akan membentuk O<sub>2</sub> lebih banyak lagi. Kenaikan suhu perairan secara alamiah biasanya disebabkan oleh aktivitas penebaran vegetasi di sekitar sumber air tersebut.

## 5) Kekeruhan

Kekeruhan air dapat di timbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik, kekeruhan juga dapat mewakili warna. Sedangkan dari segi kekeruhan air dihubungkan dengan kemungkinan hadirnya pencemaran melalui buangan sedang warna air tergantung pada warna buangan yang memasuki badan air.

### b. Secara kimia

- 1) PH (derajat keasaman) disebabkan oleh gas oksida yang larut dalam air terutama karbondioksida.
- 2) Kesadahan, kesadahan ada dua macam yaitu kesadahan sementara dan kesadahan nonkarbonat (permanen). Kesadahan sementara diakibatkan

keberadaan kalium dan magnesium bikarbonat yang dihilangkan dengan memanaskan air hingga mendidih atau menambahkan kapur dalam air. Kesadahan permanen disebabkan oleh sulfat dan karbonat, klorida dan nitrat dari magnesium dan kalsium disamping besi dan aluminium.

- 3) Besi, air yang mengandung banyak besi akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Besih merupakan salah satu unsur yang merupakan hasil pelapukan batuan induk yang banyak ditemukan di perairan umum.
- 4) Aluminium, air yang mengandung banyak aluminium menyebabkan rasa yang tidak enak apabila dikonsumsi.
- 5) Zat organik, larutan zat organik yang bersifat kompleks ini dapat berupa unsur hara makanan maupun sumber energi lainnya bagi flora dan fauna yang hidup di perairan.
- 6) Sulfat, kandungan sulfat yang berlebihan dalam air dapat mengakibatkan kerak air yang keras pada alat merebus air.
- 7) Nitrat dan nitrit, nitrat dapat terjadi baik dari  $\text{NO}_2$  atmosfer maupun dari pupuk yang digunakan dan dari oksidasi oleh bakteri. Jumlah nitrat yang lebih besar dalam usus cenderung untuk berubah menjadi nitrit yang dapat bereaksi langsung dengan hemoglobin dalam darah sehingga membentuk methaemoglobin yang dapat menghalang perjalanan oksigen didalam tubuh.

- 8) Klorida, klorida dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk desinfektan namun apabila berlebihan dan berinteraksi dengan ion  $\text{Na}^+$  dapat menyebabkan rasa asin dan korosi pada pipa air.

c. Secara biologi

a. Bakteri

Air minum tidak boleh mengandung bakteri penyakit sama sekali tidak boleh mengandung bakteri melebihi batas yang telah ditentukan yaitu 1 coli/ 100 air

b. COD (*chemical oxygen demand*)

COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat didalam air.

c. BOD (*biochemical oxygen demand*)

Adalah jumlah zat terlarut yang ditimbulkan oleh organism hidup untuk memecah bahan-bahan buangan didalam air.

## 2.4. Sumber Air Bersih

Sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu sistem penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu system penyediaan air bersih tidak akan berfungsi (Asmadi, dkk. 2007).

Berikut ini adalah macam-macam keuntungan dan kerugian masing-masing sumber air baku:

a. Air hujan

Keuntungannya:

- 1) Kualitas air cukup baik
- 2) Tidak memerlukan pengolahan lengkap.

Kerugiannya:

- 1) Memerlukan penampungan yang besar (waduk) sebagai persediaan air untuk jangka waktu yang panjang.
- 2) Karena air hujan mengandung mineral relatif rendah dan bersifat rendah dan bersifat agresif maka perlu penambahan mineral (menaikkan pH, alkalinitas dan kesadahan) dengan desinfektan.

b. Air permukaan

Keuntungannya:

- 1) Lokasi sumber mudah diketahui dan dijangkau
- 2) Data mengenai sumber air relatif mudah didapat
- 3) Memungkinkan untuk digunakan sebagai sumber air baku untuk sistem penyediaan air bersih yang relatif besar ditinjau dari kuantitas dan kontinuitas yang dipenuhi.

Kerugiannya:

- 1) Untuk memperbaiki kualitas air diperlukan pengolahan lengkap.
- 2) Sehubungan dengan fluktuasi kualitas air yang dipengaruhi musim, beban pencemaran, biasanya memerlukan pengolahan bantuan untuk memperbaiki

kualitas air baik sebelum atau pun sesudah diolah. Kemungkinan terjadi fluktuasi debit dan tinggi muka air menyulitkan dalam penyadapan air.

- 3) Memerlukan pompa untuk menarik air baku karena biasanya air permukaan terletak di daerah yang relative rendah.
- 4) Cukup sulit dan rumit untuk melindungi sumber air dari kontaminasi.

#### c. Air tanah dalam dan air tanah dangkal

Keuntungannya:

- 1) Air tanah (air tanah dalam) pada umumnya cukup jernih tidak memerlukan pengolahan lengkap.
- 2) Kualitas air (air tanah dalam) pada umumnya cukup stabil sepanjang waktu.
- 3) Mudah untuk melindungi sumber air (air tanah dalam) dari kontaminasi.

Kerugiannya:

- 1) Lokasi sumber air dan debit air sulit diketahui.
- 2) Kuantitas terbatas, kadang-kadang dipengaruhi oleh musim kuantitas dan kontinuitas tidak dipenuhi (terutama air tanah dangkal)

#### d. Mata air

Keuntungannya:

- 1) Kualitas air relatif baik.
- 2) Tidak memerlukan pengolahan lengkap.
- 3) Karena lokasi mata air biasanya berada pada daerah relatif tinggi, maka tidak memerlukan system perpompaan untuk pengambilan air.
- 4) Fluktuasi debit pada umumnya konstan.

Kekurangannya: Lokasi mata air sukar dijangkau.

## 2.5. Macam Kebutuhan Air

### 2.5.1. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti: untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet). Kebutuhan air domestik sangat dipengaruhi oleh ketersediaan, budaya, dan iklim setempat Sumarauw, *et al* (2015).

Kebutuhan air domestik dan non domestik menurut kriteria perencanaan Dinas PU dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

**Tabel 2.2. Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik**

No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Rumah Biasa	160-250	Liter/orang/hari
2	Apartemen	200-250	Liter/orang/hari
3	Sekolah	10	Liter/murid/hari
4	Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
5	Puskesmas	2000	Liter/unit/hari
6	Masjid	3000	Liter/unit/hari
7	Musholla	2000	Liter/unit/hari
8	Kantor	10	Liter/pegawai/hari
9	Pasar	12000	Liter/hektar/hari
10	Hotel	150	Liter/bed/hari
11	Rumah Makan	100	Liter/tempat duduk/hari
12	Komplek Militer	60	Liter/orang/hari

13	Kawasan Industri	0,2-0,8	Liter/detik/hari
14	Kawasan Pariwisata	0,1-0,3	Liter/detik/hari

*Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum 1996*

### **2.5.2. Kebutuhan Non Domestik**

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk beberapa kegiatan seperti :

- 1) Kebutuhan Institusional adalah kebutuhan air bersih untuk kegiatan perkantoran, rumah sakit, dan tempat pendidikan atau sekolah.
- 2) Kebutuhan komersial dan industri adalah kebutuhan air bersih untuk kegiatan hotel, pasar, pertokoan, restoran, sedangkan kebutuhan air bersih untuk industri biasanya digunakan untuk air pendingin.

Kebutuhan air dihitung berdasarkan Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan, dimana besarnya kebutuhan adalah 30 liter/orang/hari. Kebutuhan air di suatu daerah tergantung pada pertumbuhan penduduk dan faktor - faktor yang mempengaruhi pemakaian air bersih. Untuk merencanakan besarnya pemakaian air di suatu daerah Analisa regresi digunakan untuk menghitung pola/*trend* kecenderungan pertumbuhan penduduk di wilayah perencanaan Model analisa regresi yang digunakan antara lain:

1. Analisa regresi linear
2. Analisa regresi logaritma
3. Analisa regresi eksponensial

## 2.6. Sistem Distribusi

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui system perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen). Reservoir merupakan bangunan penampungan air bersih sebelum dilakukan pendistribusian ke pelanggan atau masyarakat, yang dapat ditempatkan dibawah tanah atau di atas tanah dalam bentuk menara atau tower.

Sistem distribusi air diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Sistem gravitasi (*gravity system*)
2. Sistem pemompaan (*pumping system*)
3. Sistem kombinasi (gravitasi dan pemompaan) atau *dual system*.

Pola sistem penyediaan air bersih di bagi menjadi :

1. Sistem bercabang
2. Sistem loop

## 1.7. Kehilangan Energi

Besarnya kehilangan energi akibat gesekan pada pipa dapat ditentukan sebagai berikut:

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,8704}} \times L$$

dimana:

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

CHW = Koefisien Hazen – Williams

Q = Debit (m<sup>3</sup>/det)

## **2.8. Desain Sistem Jaringan Air Bersih Software Epanet 2.0**

Epanet merupakan program computer 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. Epanet menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran.