

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA TEEP KECAMATAN LANGOWAN TIMUR KABUPATEN MINAHASA

Michael Stiven Goni

Ariestides K. T. Dundu, Cindy J. Supit

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : michaelstivengoni@gmail.com

ABSTRAK

Desa Teep yang terletak di kecamatan Langowan Timur Kabupaten Minahasa memiliki sumber mata air yang cukup besar tapi tidak di manfaatkan karena belum adanya sistem jaringan air bersih yang mampu membawa air ke pemukiman masyarakat karena jarak yang cukup jauh serta medan yang sulit. Sampai saat ini masyarakat masih memanfaatkan air yang kurang baik, untuk memenuhi kebutuhan masyarakat perlu dirancangan suatu sistem jaringan air bersih.

Sistem penyediaan air bersih di Desa Teep direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2031. Untuk memprediksi jumlah kebutuhan air bersih maka digunakan proyeksi dengan analisis Regresi. Hasil survey dan analisis menunjukkan bahwa jumlah pertumbuhan penduduk Desa Teep hingga tahun rencana 2031 adalah 1525,607 jiwa, dengan jumlah kebutuhan air bersih sebesar 1,2793 liter/detik. Jaringan Perpipaan dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams dengan menggunakan program Epanet 2.2 dan pipa HDPE. Sumber air yang digunakan berasal dari mata air dengan debit sesaat sebesar 4.34 liter/detik, dan kebutuhan air jam puncak sebesar 1,535 liter/detik. Dalam perencanaan ini untuk menangkap air dari mata air dibuat bronkaptering dan kemudian air dipompa dan ditampung di bak penampung melalui pipa transimisi, dan di alirkan ke Kran Umum dengan metode gravitasi. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Teep sampai tahun 2031, dibutuhkan 15 Kran Umum

Kata kunci: *Desa Teep, Air Bersih, Sistem Penyediaan, Pengaliran Dua System*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan elemen bumi paling dibutuhkan untuk berlangsungnya kehidupan makhluk hidup. Terutama ketersediaan air bersih untuk masyarakat merupakan hal yang sangat penting dan paling dibutuhkan dalam berbagai macam bentuk kegiatan sehari-hari. Sampai saat ini penyediaan air bersih masih dihadapkan dengan berbagai masalah yang belum sepenuhnya dapat teratasi. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat, terutama di daerah pedesaan.

Dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka jumlah penggunaan air juga akan meningkat. Ketersediaan air bersih tidak hanya berpengaruh pada kebutuhan rumah tangga, tetapi juga berpengaruh pada berbagai macam sektor yaitu; sektor sosial, ekonomi dan fasilitas umum.

Desa Teep merupakan daerah yang berada di Kecamatan Langowan Timur, Kabupaten Minahasa yang secara geografis dibatasi oleh

- Sebelah Utara : Desa Amongena
- Sebelah Barat : Desa Manembo
- Sebelah Selatan : Desa Atep
- Sebelah Timur : Desa Simbel

Desa Teep merupakan salah satu dari 10 Desa di kecamatan Langowan Timur, dengan luas Daerah 201 Hektar. Desa ini terbagi atas 6 jaja pada tahun 2021 jumlah penduduk desa adalah 1485 jiwa dengan 521 kepala Keluarga, terdapat 6 Gereja dan 4 Sekolah di desa ini

Masyarakat Desa Teep memanfaatkan mata air untuk aktivitas sehari-hari seperti MCK dan lain sebagainya, kendalanya jarak yang lumayan jauh dari pemukiman dan jalan yang rusak yang mengakibatkan warga sulit mendapatkan air bersih

Ada beberapa warga desa yang mempunyai sumur di area rumah mereka, namun airnya berwarna kuning tapi tetap di gunakan, pada musim kemarau sumur yang ada

mengalami kekeringan dan pada musim penghujan air yang ada di sumur menjadi keruh karena tercampur dengan tanah, ada juga beberapa warga memanfaatkan air hujan untuk kebutuhan mereka sehari-hari.

Dari uraian diatas, dapat dilihat bahwa di Desa Teep tidak memiliki sistem penyediaan air bersih yang layak untuk menunjang aktivitas masyarakat. Sehingga perlu direncanakan sistem penyediaan air bersih yang layak untuk masyarakat desa Teep.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan permasalahannya yakni tidak tersedianya sistem penyediaan air bersih di Desa Teep.

Batasan Penelitian

- Sumber air baku yang di tinjau berasal dari mata air
- Analisis kebutuhan air sampai 10 tahun kedepan
- Sistem penyediaan air bersih hanya sebatas mata air ke Keran Umum
- Perhitungan detail struktur bangunan air dan pengolahan air tidak dibahas
- Analisis dan perencanaan sistem perpipaan menggunakan software Epanet 2.2

Tujuan Penelitian

- Menganalisis kebutuhan air bersih di Desa Teep sampai tahun 2031.
- Mendesain perencanaan sistem penyediaan air bersih yang mampu melayani kebutuhan sampai tahun 2031.

Manfaat Penelitian

Meningkatkan pengetahuan dalam bidang pengelolaan air, terutama sumber air bersih untuk masyarakat

LANDASAN TEORI

Definisi dan Pengelolaan Air Bersih

Air bersih adalah 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. Pengelolaan air bersih sangat diperlukan dalam rangka pemenuhan kebutuhan masyarakat dan

pencegahan bencana maupun kekurangan air. (Supit C, Ohgushi K, 2012).

Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air

Ketersediaan air yang berkelanjutan digunakan untuk pemanfaatan berbagai kebutuhan air. Kebutuhan air dalam hal ini dimaksudkan untuk kebutuhan manusia sehari-hari yang meliputi kebutuhan domestik dan non domestik.

Kebutuhan Air Domestik dan Kebutuhan Air Non Domestik

1. Kebutuhan Air Domestik

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).

Persamaan:

$$Qd = Y \times Sd \quad (1)$$

Dimana :

Qd = Debit kebutuhan air domestik
(liter/hari)

Sd = Standart kebutuhan air domestik
(liter/hari)

Y = Jumlah penduduk (orang)

2. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi ada atau bakal 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 lainlain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lain-lain.

Persamaan:

$$Qn = Qd \times Sn \quad (2)$$

Dimana:

Qn = Debit kebutuhan air non domestik
(liter/hari)

Qd = Debit kebutuhan air domestik
(liter/hari)

Sn = Standart kebutuhan air non domestik
(liter/hari)

Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran Umum (HU)	30 l/orang/hari
2	Sambungan Rumah (SR)	90 l/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	1,5 Q_r
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: Departemen PU DitJen Ciptakarya, 2008

Tabel 2. Kriteria Disain Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan

SPABP	Keterangan
Kran Umum atau Hidran Umum	<ul style="list-style-type: none"> • Cakupan pelayanan 60 -100% jumlah penduduk • Jarak minimum penempatan minimal 200 meter • Pelayanan 30–60 l/hari/jiwa • Faktor Kehilangan air 15% dari total kebutuhan air • Faktor hari maksimum 1,1 • Faktor jam puncak 1,2 • Periode desain 5 – 10 tahun

Sumber: Departemen PU DitJen Ciptakarya, 2008

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.

Persamaan :

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times r_a \quad (3)$$

dimana :

Q_a = Debit kehilangan air (liter/hari)

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

Q_n = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

r_a = Angka presentase kehilangan air (%)

Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Persamaan :

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \quad (4)$$

Dimana :

Q_t = Debit kebutuhan air total (liter/hari)

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

Q_n = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

Q_a = Debit kehilangan air (liter/hari)

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. 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.

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 para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu.

Sistem Pengaliran Air Bersih

Pendistribusian air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Sistem pengaliran dalam sistem distribusi air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Cara Gravitasi

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

2. Cara Pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen.

3. 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.

Kehilangan Energi Utama

Kehilangan energi utama disebabkan oleh gesekan atau friksi dengan dinding pipa. Kehilangan energi oleh gesekan disebabkan karena cairan atau fluida mempunyai kekentalan, dan dinding pipa tidak licin sempurna. Pada dinding yang mendekati licin sempurna, masih terjadi kehilangan energi walaupun sangat kecil. Jika dinding licin sempurna, maka tidak ada kehilangan energi, yaitu saat diameter kekasaran nol.

Besarnya kehilangan energi pada pipa menurut Hazen Williams dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L \quad (5)$$

Dimana:

h_f = Kehilangan energi atau tekanan (major atau utama) (m)

Q = Debit air dalam pipa (m³/s)

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

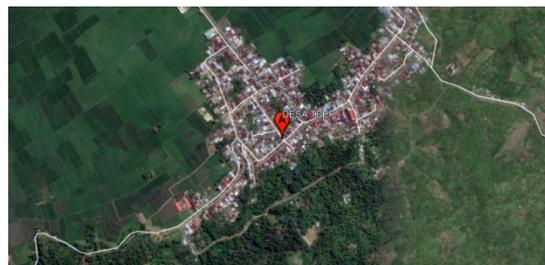
C_{HW} = Koefisien kehilangan energi Hazen Williams

Harga C_{HW} berkisar antara 110 hingga 140 untuk pipa baru. Untuk pipa lama yang sudah keropos (tuberculoted), harga C_{HW} turun mencapai 90 atau 80 atau bahkan dibawah 50 untuk pipa baja dengan lapisan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Desa Teep Kecamatan Langowan Timur Kabupaten Minahasa.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Sumber : Google earth

Secara geografis Desa Teep terletak pada 1°8'0,36" LU dan 124°52'18,70" BT.

Survey dan Analisis Ketersediaan Air Bersih

Untuk mengetahui potensi sumber air maka diperlukan data-data antara lain kecepatan dan luas penampang untuk mendapatkan debit, dan kualitas air dari sumber air. Pengukuran debit di sumber air di Desa Teep, menggunakan pengukuran debit langsung, dengan Volumetric method, yaitu pengukuran debit dengan stopwatch dan wadah penampung air.

Dalam satuan waktu tertentu, volume air yang tertampung akan dihitung kemudian dibagi dengan waktu maka didapat besar debit. Sumber air bersih Desa Teep adalah mata air dengan debit mata air hasil pengukuran 4.34 liter/detik

Survey dan analisis perkembangan jumlah penduduk

Dari tahun ke tahun pertumbuhan penduduk semakin meningkat. Jumlah penduduk disuatu wilayah sangat berpengaruh pada jumlah kebutuhan air di wilayah tersebut sehingga perlu dilakukan pengambilan data jumlah penduduk yang akan digunakan untuk proyeksi jumlah penduduk sampai tahun rencana (2031). Perhitungan jumlah penduduk Desa Teep sampai 10 Tahun ke depan (Tahun 2031), dibuat dalam 3 proyeksi :

1. Analisis Regresi Linear
2. Analisis Regresi Logaritma
3. Analisis Regresi Eksponensial

Survey dan Investigasi Kebutuhan Air Baku untuk Air Bersih

Survey dan investigasi dilakukan dengan cara wawancara dengan masyarakat, dan pemerintah desa. Berdasarkan hasil survey dapat diketahui karakteristik desa serta taraf hidup masyarakat sehingga besar kebutuhan air bersih rata-rata perkapita dapat diprediksi.

Desain Sistem Penyediaan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem penyediaan air baku untuk air bersih, perlu diketahui pola atau skema penyaluran air bersih dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk. Dalam tahap ini ditentukan sistem penangkapan air, serta bangunan-bangunan pengolahan air lainnya. Tahapan penyaluran air dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk dapat dilihat sebagai berikut:

1. Sumber Mata Air

Penentuan mata air yang akan digunakan harus di survey secara langsung di lapangan. Debit dari sumber air harus lebih besar dari jumlah kebutuhan air penduduk yang telah direncanakan.

2. Bangunan Penangkap Air

Bronkaptering adalah bangunan pengkap mata air, bisa juga berguna untuk melindungi mata air.

3. Bak Penampung

Di buat untuk menampung air dari mata air dan dipompakan ke bak penampung, kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan melalui jaringan pipa distribusi

4. Desain Sistem Jaringan Pipa (transmisi dan distributor

Desain system jaringan pipa dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan rumus Hasen-Williams

5. Kran Umum

Tempat pengambilan air diletakkan di area pelayanan yang dapat mudah dijangkau penduduk. Kran Umum berbentuk tugu beton yang dilengkapi Kran buka-tutup air.

Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

berapa lama wadah terisi penuh dengan air, pengukuran debit dilakukan beberapa kali untuk memperoleh nilai rata-rata. Pengukuran mata air dilakukan pada saat musim kemarau

Dilakukan wawancara dengan masyarakat setempat mengenai kondisi mata air. Hasil wawancara ternyata mata air ini tidak pernah mengalami kekeringan pada waktu-waktu yang lalu, dan selama kurang lebih 10 tahun terakhir tidak pernah debitnya lebih kecil dari debit saat pengukuran

Selanjutnya dilakukan survey dibagian hulu mata air untuk melihat kondisi di daerah yang diperkirakan sebagai daerah imbuhan (recharge) dari mata air tersebut. Ternyata di daerah imbuhan tersebut masih belum ada kegiatan berupa pertanian atau pengolahan lahan / kayu. Dengan demikian diperkirakan dalam 10 tahun kedepan debit mata air di Desa Teep belum akan mengalami penurunan

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air Bersih

Dari hasil survey sumber air di Desa Teep yang terletak ± 500 m dari Desa Teep diperoleh debit mata air 4.34 l/det. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air dengan menggunakan Volumetrical Method. Cara pengukuran debit yaitu dengan menggunakan wadah (ember plastik dengan volume 8 liter) dan stopwatch. Wadah tersebut di gunakan untuk menampung air dari mata air, dan dengan menggunakan stopwatch maka dapat diketahui

Tabel 3. Perhitungan Debit di Lapangan

Jumlah Percobaan	Waktu (Detik)	Volume (litter)	Debit (Litter/detik)
1	1.86	8	4,301075
2	1.92	8	4,166667
3	1.89	8	4,232804
4	1.73	8	4,624277
5	1.82	8	4,395604
Σ	9,22		21,720427
Rata-Rata			4,3440854

Sumber: Hasil Penelitian

Dari data Tabel 3 di atas diperoleh data rata-rata dalam waktu 1 detik adalah 4,3440854 liter/detik \approx 4.34 liter/detik.

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap kebutuhan air di masyarakat. Dalam menganalisa kebutuhan air bersih penduduk, maka perlu untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk 10 tahun kedepan sesuai dengan perencanaan dalam penelitian ini.

Tabel 4. Data Penduduk Desa Teep

No	Tahun	X	Jumlah Penduduk
			(Y)
1	2012	1	1377
2	2013	2	1386
3	2014	3	1421
4	2015	4	1410
5	2016	5	1463
6	2017	6	1460
7	2018	7	1464
8	2019	8	1480
9	2020	9	1495
10	2021	10	1485

Sumber: Hasil Penelitian

Selanjutnya adalah perhitungan proyeksi menggunakan analisa regresi. Analisis regresi yang digunakan yaitu analisis regresi linear, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial. Syarat korelasi $-1 \leq r \leq 1$. Dari hasil analisis regresi linear, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial, akan dibandingkan analisa regresi yang memiliki nilai korelasi paling mendekati.

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi

No	Metode Analisa Regresi	Koefisien	Koefisien	Standart
		Korelasi (r)	Determinasi (r ²)	Error (Se)
1	Linear	0,948708017	0,900046902	14,19741761
2	Logaritma	0,950089077	0,902669255	14,00993925
3	Eksponensial	0,947303089	0,897383142	12,26755935

Sumber: Hasil Penelitian

Untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis maka diambil nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1, atau yang memiliki standart error (Se) yang paling kecil. Berdasarkan hasil analisis didapat **Analisis Regresi Logaritma** memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,950089077 dan yang memiliki standart error(Se) yang paling kecil yaitu 14,00993925. Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan Analisis Regresi Logaritma.

Tabel 6. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Teep dengan Analisa Regresi Logaritma

Tahun	X	Jumlah Penduduk
		(Y)
2022	11	1492,800
2023	12	1497,575
2024	13	1501,967
2025	14	1506,034
2026	15	1509,820
2027	16	1513,361
2028	17	1516,688
2029	18	1519,825
2030	19	1522,792
2031	20	1525,607

Sumber: Hasil Penelitian

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga. Layanan air bersih untuk masyarakat Desa Teep adalah melalui kran umum. Kebutuhan air domestik di ambil 60 liter/hari lebih besar dari standart perencanaan air bersih pedesaan tahun 1990 yaitu 30 liter/orang/hari. Diambil lebih besar dari standart karena kebutuhan air setian tahun meningkat dan debit yang tersedia di mata air cukup besar. Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan sampai tahun 2031.

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan air bersih pedesaan tahun 2008 yaitu 5% dari kebutuhan air domestik.

Tabel 7. Kebutuhan Air Domestik Desa Teep

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)
<i>X</i>	<i>Y</i>	$Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$
2022	1493	1,037
2023	1498	1,040
2024	1502	1,043
2025	1506	1,046
2026	1510	1,048
2027	1513	1,051
2028	1517	1,053
2029	1520	1,055
2030	1523	1,057
2031	1526	1,059

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 8. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Teep

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)	Kebutuhan air non domestik (Liter/ Detik)
<i>X</i>	<i>Y</i>	$Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$	$Qn = Qd \times 5\%$
2022	1493	1,037	0,0518
2023	1498	1,040	0,0520
2024	1502	1,043	0,0522
2025	1506	1,046	0,0523
2026	1510	1,048	0,0524
2027	1513	1,051	0,0525
2028	1517	1,053	0,0527
2029	1520	1,055	0,0528
2030	1523	1,057	0,0529
2031	1526	1,059	0,0530

Sumber: Hasil Penelitian

Analisis 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 tahun 2008 yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 9. Kehilangan Air Desa Teep

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kehilangan air (Liter/ Detik)
<i>X</i>	<i>Y</i>	$Qa = (Qd + Qn) \times 15\%$
2022	1493	0,1633
2023	1498	0,1638
2024	1502	0,1643
2025	1506	0,1647
2026	1510	0,1651
2027	1513	0,1655
2028	1517	0,1659
2029	1520	0,1662
2030	1523	0,1666
2031	1526	0,1669

Sumber: Hasil Penelitian

Analisis Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Tabel 10. Kebutuhan Air Total Desa Teep

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Total (Liter/ Detik)
<i>X</i>	<i>Y</i>	$Qt = Qd + Qn + Qa$
2022	1493	1,2518
2023	1498	1,2558
2024	1502	1,2595
2025	1506	1,2629
2026	1510	1,2660
2027	1513	1,2690
2028	1517	1,2718
2029	1520	1,2744
2030	1523	1,2769
2031	1526	1,2793

Sumber: Hasil Penelitian

Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,1. Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total.

Tabel 11. Kebutuhan Air Maksimum Dan Jam Puncak Desa Teep

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air harian maksimum (Liter/ Detik)	Kebutuhan air jam puncak (Liter/ Detik)
X	Y	$Q_m = 1,1 \times Q_t$	$Q_p = 1,2 \times Q_t$
2022	1493	1,377	1,502
2023	1498	1,381	1,507
2024	1502	1,385	1,511
2025	1506	1,389	1,515
2026	1510	1,393	1,519
2027	1513	1,396	1,523
2028	1517	1,399	1,526
2029	1520	1,402	1,529
2030	1523	1,405	1,532
2031	1526	1,407	1,535

Sumber: Hasil Penelitian

Kebutuhan dan Sistem Suplai Air ke Keran Umum

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air total pada tahun 2031 sebesar 1,2793 liter/detik. Untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih di Desa Teep maka dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih akan digunakan mata air dengan debit sesaat 4.34 liter/detik. Mata air ini terletak pada jarak ± 500 dari desa Teep, pada 1° 8' 0.36" Lintang Utara dan 124° 52' 18.70" Bujur Timur, dengan elevasi + 690 m dari permukaan laut. Karena debit sesaat lebih besar dari pada kebutuhan air jam puncak maka pada penelitian ini tidak digunakan Hidran Umum melainkan digunakan Kran umum untuk distribusi air ke Desa



Gambar 2. Penempatan Keran Umum di Desa Teep

Sistem Pengambilan Air Baku

Pada perencanaan ini, bangunan pengambilan air baku (bronkaptering) yang akan digunakan yaitu bronkaptering dari mata

air dengan debit sesaat 4,34 liter/detik, yang terletak pada jarak ± 500 m dari desa Teep, pada elevasi + 690 m dari permukaan laut. Bronkaptering berfungsi untuk menangkap dan menampung titik-titik mata air, kemudian dari bak Penangkap air, dipompa ke bangunan Penampung.

Direncanakan dimensi bak pengambilan air adalah sebagai berikut :

Panjang : 2 meter

Lebar : 1,5 meter

Tinggi : 1,5 meter

Volume bak pengambilan air

$$= 2 \times 1,5 \times 1,5 = 4,5 \text{ m}^3$$

Pompa dan Pipa ke Bak Penampung

Pipa transmisi air baku mulai dari Bronkaptering di pompa sampai ke Bak Penampung menggunakan pipa jenis HDPE. Penggunaan pipa HDPE dikarenakan pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai ke bak penampung harus melewati hutan, dan jalan yang berbelok-belok. Dipakai pipa HDPE karena sifatnya lentur. Debit yang akan dialirkan ke bak penampung sebesar 3 liter/detik, jika air dalam bak penampung hampir habis pompa secara otomatis akan menyala. Berikut adalah perhitungan kapasitas pompa yang akan digunakan.

- Pompa dan Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Penampung
 - $h_1 = 690 \text{ m}$ (Elevasi muka air di dalam bronkaptering)
 - $h_2 = 742 \text{ m}$ (Elevasi ujung pipa keluaranya air di bak Penampung)
 - $h = 730 \text{ m} - 690 \text{ m} = 52 \text{ m}$
 - $Q = 3 \text{ liter/detik} = 0,003 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - $D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$
 - $L = 406 \text{ m} + (406 \text{ m} \times 20\%) = 487 \text{ m}$ (Karena pipa harus melewati hutan dengan jalan yang berbelok-belok maka panjang pipa harus ditambah 20% dari panjang pipa yang ada di peta)
 - $C_{hw} = 140$

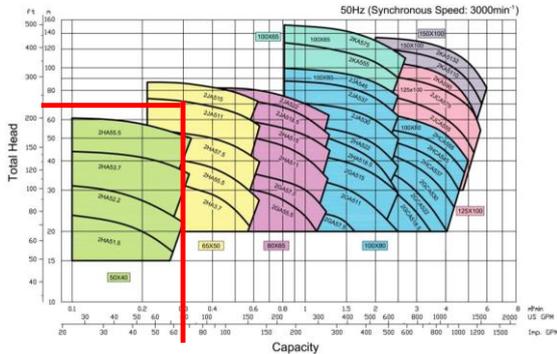
Menghitung discharge head :

$$h_f = \frac{10,675 \times L \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}}$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 487 \times 0,003^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}}$$

$$h_f = 19,617 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan discharge head} &= \Delta H + H_f \\ &= 52 + 19,617 \\ \text{Total Head} &= 71,617 \text{ m} \\ \text{Total head pompa centrifugal} &= 71,617 \text{ m} \end{aligned}$$



Grafik 1. Kebutuhan Pompa dan Kecepatan Aliran

Panjang : 4 meter
 Lebar : 3 meter
 Tinggi : 2,5 meter

Volume bak penampung air = $4 \times 3 \times 2,5$
 = 30 m^3

Dengan Volume bak penampung air 30 m^3 sudah mencukupi untuk menampung air dan di salurkan ke Kran Umum. Setelah air tertampung di bak penampung, air akan di alirkan ke Kran Umum dengan metode gravitasi.

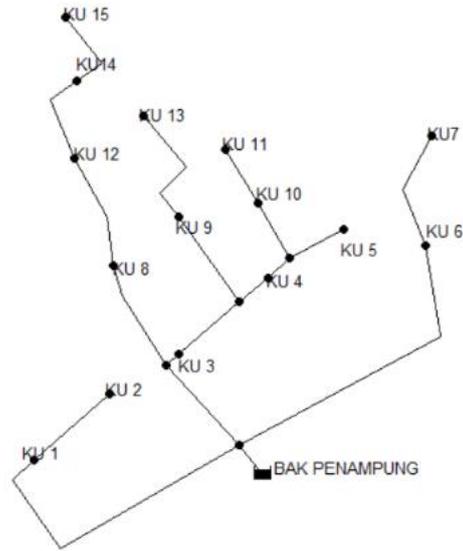
Desain Pipa Distribusi

Pipa distribusi dari Bak Penampung ke daerah pelayanan/konsumen (Kran Umum) Kran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air dari seluruh penduduk. Perencanaan Kran Umum menggunakan Kriteria/ Standar Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, dengan jumlah perkran umum adalah 100 orang/unit.

Jumlah penduduk : 1526 Jiwa
 Jumlah Kran : $1526 / 100 = 15,26$
 = 15

Pipa distribusi utama mulai dari Bak Penampung sampai ke konsumen menggunakan pipa jenis HDPE. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen – Williams

Untuk perhitungan jaringan distribusi air bersih menggunakan software Epanet 2.2. Hasil analisis perhitungan sistem jaringan pipa Desa Teep adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Perencanaan Jaringan Pipa Desa Teep

Tabel 12. Node Parameter Jaringan

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc KU1	723	0,085	739,71	16,71
Junc KU2	721	0,085	733,42	12,42
Junc KU3	723	0,085	741,52	18,52
Junc KU4	719	0,085	736,32	17,32
Junc KU5	717	0,085	732,04	15,04
Junc KU6	722	0,085	739,71	17,71
Junc KU7	715	0,085	732,06	17,06
Junc KU10	713	0,085	735,46	22,46
Junc KU11	712	0,085	731,50	19,50
Junc KU9	714	0,085	736,34	22,34
Junc KU8	716	0,085	741,26	25,26
Junc KU12	713	0,085	739,53	26,53
Junc KU13	712	0,085	728,05	16,05
Junc KU14	712	0,085	738,86	26,86
Junc KU15	711	0,085	733,22	22,22
Junc 18	724	0	741,71	17,71
Junc 19	720	0	737,26	17,26
Junc 20	718	0	735,90	17,90
Junc 21	741	0	741,95	0,95
Reser 1	742	#N/A	742,00	0,00

Tabel 13. Link Parameter Jaringan

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/100m
Pipe ke1-2	359,48	26	140	0,17	0,32	6,21
Pipe ke2-2	111,69	12,7	140	0,09	0,67	56,37
Pipe ke3	359,49	26	140	0,17	0,32	6,21
Pipe ke3-7	135,77	12,7	140	0,09	0,67	56,37
Pipe ke3	121,53	63	140	0,94	0,30	1,96
Pipe ke8	127,19	38	140	0,34	0,30	3,53
Pipe ke8-12	131,65	26	140	0,25	0,48	13,15
Pipe ke12-14	107,33	26	140	0,19	0,32	6,21
Pipe ke14-15	102,11	12,7	140	0,09	0,67	56,37
Pipe 22	18,42	38	140	0,59	0,52	9,93
Pipe ke3-4	89,72	26	140	0,51	0,96	47,48
Pipe ke4	41,94	26	140	0,34	0,64	22,41
Pipe ke4-5.10	32,47	26	140	0,25	0,48	13,15
Pipe ke4-5	66,45	12,7	140	0,09	0,67	56,37
Pipe ke4-10	70,85	26	140	0,17	0,32	6,21
Pipe ke3-9	116,53	26	140	0,17	0,32	6,21
Pipe ke9-13	150,56	12,7	140	0,09	0,67	56,37
Pipe ke10-13	70,17	12,7	140	0,09	0,67	56,37
Pipe 1	41,24	77	140	1,27	0,27	1,31

Untuk membuktikan kesesuaian perhitungan dengan menggunakan Epanet, dibawah ini adalah perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa (v) dan headloss (Hf) pada pipa distribusi (dari keran 14 ke keran 15)

dan akan dibandingkan dengan perhitungan Epanet.

$$L = 100,13 \text{ m} = 0,10013 \text{ km}$$

$$D = 1/2'' = 12,7 \text{ mm} = 0,0127$$

$$Q = 0,000085 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$C_{hw} = 140$$

- Hitung Luas (A)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0,00013 \text{ m}$$

- Hitung headloss (Hf)

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

$$h_f = \frac{10,67 \times 0,000085^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0127^{4,8704}} \times 100,13 = 5,6314 \text{ m}$$

$$\text{Headloss (Hf) per km} = \frac{5,6314}{0,10013} = 56,3 \text{ m/km}$$

- Hitung kecepatan aliran

$$V = Q / A$$

$$= 0,000085 / 0,00013 = 0,67 \text{ m/det}$$

Dari analisa diatas, dapat dibandingkan hasil perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa dan headloss (Hf) dengan menggunakan analisis software Epanet 2.2 dan perhitungan manual, memiliki hasil perhitungan yang sama.

Pembahasan

1. Proyeksi pertumbuhan penduduk sampai tahun 2031 di hitung menggunakan 3 metode regresi, yaitu metode regresi linier, regresi logaritma dan regresi eksponensial. Berdasarkan hasil analisis, trend regresi terbaik dengan *r* (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 dan *standart error* (Se) terkecil adalah analisis regresi logaritma dengan jumlah penduduk pada tahun 2031 mencapai 1526 orang.
2. Jumlah air bersih yang dibutuhkan baik kebutuhan air domestik, non domestik, dan kehilangan sampai tahun 2031 adalah 1,2793 liter/detik.
3. Dalam perencanaan penyediaan air bersih, memanfaatkan mata air dengan debit sesaat 4,34 liter/detik, mampu melayani kebutuhan air bersih Desa Teep dengan kebutuhan air puncak 1,535 liter/det, sehingga tidak diperlukan reservoir distribusi, untuk pengaliran menggunakan (*dual system*)
 - a. Bronkaptering dirancang dengan fungsi menangkap serta mengumpulkan air pada mata air. Ukuran bronkaptering yakni 2,0 m 1,5 m × 1,5 m

- b. Untuk menaikkan air dari bronkaptering ke bak penampung menggunakan pompa sentrifugal EBARA 65×50 2JA511 dengan kapasitas 3 – 6 liter/detik. Pompa akan memompa secara otomatis jika airnya hampir habis. Dari bak penampung air akan di alirkan dengan cara gravitasi ke kran umum.
 - c. Diameter pipa transmisi 2''
4. Unit distribusi yaitu terdiri dari :
 - a. Unit distribusi
 - Ukuran volume bak penampung (4 × 3 × 2.5) m
 - b. Perhitungan sistem distribusi menggunakan program Epanet 2.2. Dari analisa menggunakan Epanet 2.2 ini bisa dilihat bahwa air dapat dialirkan keseluruhan keran pada daerah layanan. Diameter pipa sambungan keran yang digunakan 1/2'', 1'', 1.5'', 2.5'' dan 3''.
 5. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Teep sampai tahun 2031 dibutuhkan 15 unit keran umum
 6. Untuk melayani kebutuhan air bersih pada keadaan sekarang dibutuhkan 15 unit keran umum, berdasarkan perkembangan penduduk tahun 2021 (1485 ÷ 100 = 14,8 = 15)

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Teep Kecamatan Langowan Timur Kabupaten Minahasa, memanfaatkan mata air dan mampu melayani kebutuhan air bersih sampai tahun 2031. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah analisis regresi linear karena memiliki nilai *r* (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,9500 dan *standart error* (Se) terkecil 14,0099.
2. Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bangunan penangkap mata air bronkaptering. Kemudian air dipompa menggunakan pompa sentrifugal dan pipa distribusi dengan system pemompaan, dengan diameter pipa 2. Air di tampung di bak penampung kemudian di alirkan dengan cara gravitasi melalui 15 buah Kran Umum.

Saran

Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan akan dapat berfungsi dengan baik apabila operasi dan pemeliharaan instalasi dilakukan dengan baik. Untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan konservasi atau perlindungan di daerah imbuhan (*recharge*)

melalui sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat.

2. Perlu diadakan lembaga pengelola sistem penyediaan air baku untuk air bersih dan kepada pengurusnya diberi pelatihan manajemen dan teknik operasi dan pemeliharaan instalasi

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya. 2008. *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan* , Modul I, Jakarta.

EBARA., (2021, September 13). Diambil kembali dari Ebara Indonesia: http://www.ebaraindonesia.com/docs/Brochure_FSA,_50_Hz1.PDF

NSPM KIMPRASWIL, 2002. *Penyediaan Air Minum Pedesaan*, Edisi Pertama, Desember 2002.

Supit C. J., Ohgusi K., 2012. *Prediction of dam construction impacts on annual and peak flow rates in Kase River Basin*. Annual Journal Of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol. 56.

Tanudjaja, L., 2011 *Rekayasa Lingkungan, Materi Kuliah*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal.1-106.

Halaman ini sengaja dikosongkan