

PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH KELURAHAN KAYAWU KOTA TOMOHON

Brian Victori Langi

Isri R. Mangangka, Sukarno

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: brlanlan91@gmail.com

ABSTRAK

Kelurahan Kayawu Kota Tomohon sebagai wilayah studi memiliki luas wilayah 700 Ha dengan jumlah penduduk tahun 2013 sebanyak 2586 jiwa dan akan bertambah setiap tahunnya. Sejalan dengan itu, akan meningkatkan kebutuhan air bersih untuk memenuhi kebutuhan warga sehari-hari. Penyaluran/pembagian air bersih di Kelurahan Kayawu tidak berjalan dengan lancar. Untuk itu perlu dilakukan perencanaan pengembangan sistem penyediaan air bersih dengan memanfaatkan sumber air dari mata air Zake dan mata air Zanoreko yang ada di desa tersebut.

Pertama-tama dihitung pertumbuhan penduduk dengan regresi linier, logaritma dan eksponensial. Kemudian menghitung kebutuhan air bersih hingga tahun 2034. Setelah itu direncanakan sistem penyediaan air bersih dan perpipaan dengan menggunakan rumus Hazen Williams dan bantuan program Epanet 2.0 untuk sistem perpipaan utama di Kelurahan Kayawu.

Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk yang pertumbuhannya dianalisa dengan menggunakan regresi logaritma, untuk tahun 2034 dengan jumlah penduduk 2966 jiwa kebutuhan air bersih mencapai 1,421 liter/detik. Perencanaan sistem penyediaan air bersih terdiri dari pipa transmisi Ø76,2 mm, Ø63,5mm, Reservoar distribusi 1 pada sub sistem 1 mata air Zake berukuran 3 m x 2,5 m x 2,3 m dan Reservoar distribusi 2 sub sistem 2 mata air Zanoreko berukuran 3 m x 3 m x 2,4 m dan pipa distribusi Ø25,4 mm, s/d Ø 76,2 mm

Kata kunci : *Kelurahan Kayawu, Sistem Penyediaan, Kebutuhan Air*

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu yang sangat penting dari seluruh kebutuhan dasar makhluk hidup terutama manusia. Manusia menggunakan air untuk berbagai keperluan pokok diantaranya untuk keperluan makan, minum, mencuci atau berbagai kebutuhan lainnya. Di dalam suatu daerah, air akan mempengaruhi berbagai aspek yang meliputi kesehatan masyarakat, ekonomi, sosial, keindahan dan penataan tata kehidupan daerah itu sendiri.

Kebutuhan air bersih merupakan kebutuhan yang tidak terbatas dan berkelanjutan. Sedangkan kebutuhan akan penyediaan dan pelayanan air bersih dari waktu ke waktu semakin meningkat yang terkadang tidak diimbangi oleh kemampuan pelayanan. Peningkatan kebutuhan ini disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk, peningkatan derajat kehidupan warga serta perkembangan kota/kawasan pelayanan ataupun hal-hal yang berhubungan dengan peningkatan kondisi sosial ekonomi warga.

Kelurahan Kayawu Kota Tomohon sebagai wilayah studi memiliki luas wilayah 700 Ha

dengan jumlah penduduk tahun 2013 sebanyak 2586 jiwa dan akan bertambah setiap tahunnya. Hal ini menunjukkan perkembangan dan pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah, maka akan meningkatkan kebutuhan air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Akan tetapi penyaluran/pembagian air bersih di Kelurahan Kayawu mengalami berbagai kendala, dimana pendistribusian air bersih di daerah tersebut tidak berjalan dengan lancar. Oleh karena itu diperlukan adanya pengembangan jaringan distribusi air bersih pada Kelurahan Kayawu dengan menggunakan alternatif sumber air sekitar. Agar kedepannya pelayanan akan kebutuhan air bersih menjadi lebih baik.

LANDASAN TEORI

Kebutuhan Air Bersih

Pertumbuhan Penduduk

Untuk dapat menghitung kebutuhan air pada masa yang akan datang, antara lain perlu diketahui jumlah penduduk pada masa yang

akan datang atau dengan kata lain diperlukan (Supranto, 1984):

- Jumlah penduduk saat ini sebagai dasar untuk menghitung jumlah penduduk proyeksi pada masa yang akan datang.
- Kenaikan atau pertumbuhan penduduk.

Untuk laju pertumbuhan dihitung dengan menggunakan beberapa Analisa Regresi sebagai berikut:

- a. Analisa Regresi Linier
- b. Analisa Regresi Logaritma
- c. Analisa Regresi Eksponensial

Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari. Lebih luas dari sekedar makanan dan minuman yang dikonsumsi melalui mulut, air bersih diperlukan untuk berbagai kepentingan yang saat ini merupakan kebutuhan pokok, seperti mandi, dan mencuci atau berbagai bentuk kebersihan lingkungan lainnya (Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan, Kimpraswil)

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 keperluan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lain-lain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, perhubungan dan lain-lain. (Kimpraswil, 2002).

Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan banyaknya air yang hilang. Hilang yang diperlukan bagi penjagaan tujuan penyediaan air bersih, yaitu tercukupinya kualitas, kuantitas, dan kontinuitasnya dan yang disebabkan aktivitas penggunaan dan pengolahan air. Berdasarkan Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan.

Kebutuhan Total untuk Air Bersih

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air. (Kimpraswil, 2002).

Sistem Penyediaan Air Bersih

Unit Transmisi

Bangunan Pengambilan

Bangunan pengambilan air baku untuk penyediaan air bersih disebut dengan bangunan penangkap air atau intake. Kapasitas intake ini dibuat sesuai dengan debit yang diperlukan untuk pengolahan. Fungsi utama bangunan intake untuk menangkap air dari sumber air untuk diolah dalam instalasi pengolahan air bersih.

Sistem Transmisi Air Bersih

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

Sistem Distribusi

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

Tabel 1.Keuntungan dan Kerugian Pipa

No	Jenis Pipa	Keuntungan	Kerugian
1	Bambu	Murah, terdapat dipelosok	Cepat rusak, banyak bocoran
2	PVC	Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air.	Tekanan rendah
3	HDPE	Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, mencapai 100 m tanpa sambungan untuk diameter kecil	Tekanan rendah
4	Besi Galvanis	Tekanan tinggi	Berat, transportasi dan instalasi lebih mahal

Sumber: Triatmadja, 2008.

Untuk menghitung kehilangan tenaga dalam pipa distribusi digunakan persamaan Hazen – Williams sebagai berikut :

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,54} \tag{1}$$

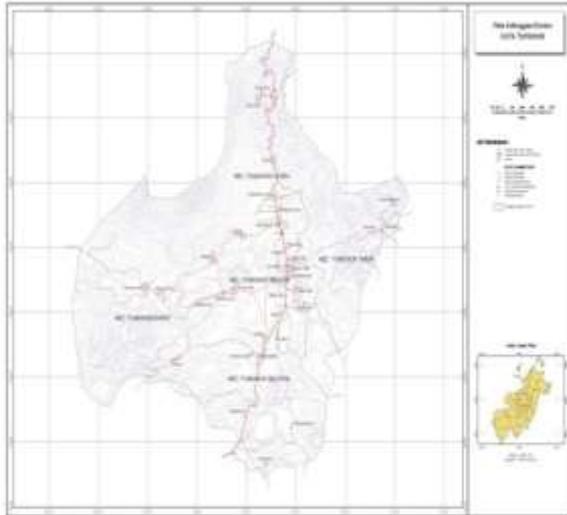
$$H_f = \frac{10.675 \times Q^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} \times D^{4.8704}} \times L \tag{2}$$

$$D = \left[\frac{10.675 \times Q^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} \times H_f} \times L \right]^{0.205} \tag{3}$$

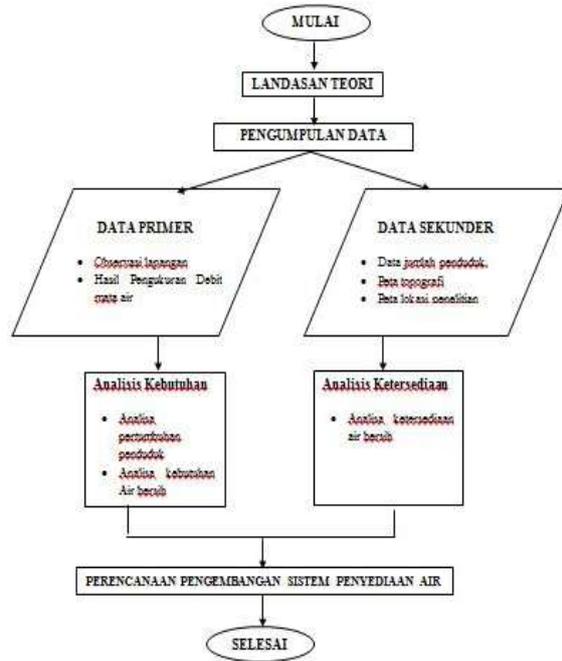
dimana:

- V = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)
- C_{HW} = Koefisien kekasaran Hazen – Williams (tergantung jenis pipa)
- S = Gradien Hidrolik (S = H_f /L)
- H_f = Kehilangan tenaga (m)
- Q = Debit (m³/s)
- L = Panjang pipa (m)

LOKASI PENELITIAN



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber: BPS Kota Tomohon



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Kondisi Eksisting Sistem Penyediaan Air

Kelurahan Kayawu belum terpasang jaringan pipa dari luar seperti PDAM. Sistem penyediaan air di kelurahan ini memanfaatkan mata air Zake yang berada disebelah utara desa, dari mata air ini sudah dibangun bak penampung yang berdekatan dengan sumber air dan distribusikan melalui pipa, selang dan bambu ke masyarakat. Namun pada jam-jam tertentu belum mampu mencukupi akan kebutuhan air bersih Kelurahan Kayawu.

Ada juga warga yang menggunakan sumur bor. Untuk mengatasi hal itu perlu direncanakan pengembangan sistem penyediaan air bersih dengan memanfaatkan 2 mata air yang ada, yaitu mata air Zake dan mata air Zanoreko. Untuk sub sistem pada mata air Zake direncanakan dengan menggunakan Bak penampung yang sudah ada di mata air Zake dan akan dibuat jaringan baru ke reservoir distribusi yang selanjutnya akan disalurkan ke daerah layanan secara gravitasi. Dan untuk sub sistem mata air Zanoreko akan dibuat bak penampung dan dialirkan ke reservoir distribusi dan disalurkan ke daerah pelayanan secara gravitasi

Bagan Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada bagan alir penelitian pada gambar 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

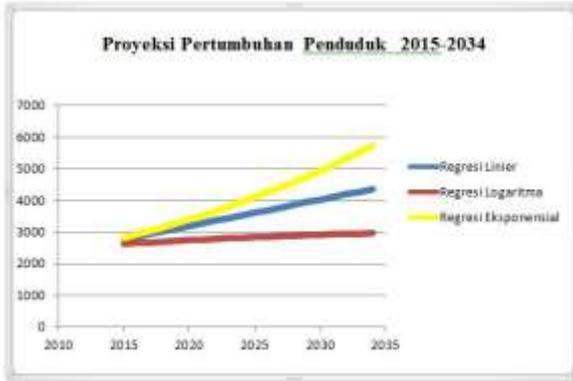
Analisa Pertumbuhan Penduduk

Jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap kebutuhan air di masyarakat. Dalam menganalisa kebutuhan air bersih dari penduduk, maka perlu untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk 20 tahun kedepan sesuai dengan perencanaan dalam penelitian ini. Sehingga dari hasil proyeksi jumlah penduduk maka dapat diprediksikan kebutuhan air dari penduduk Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara untuk periode 20 tahun kedepan.

Tabel 2. Pertumbuhan Penduduk Tahun 2014-2034

Tahun	x	Jumlah Penduduk (y)	Tahun	x	Jumlah Penduduk (y)
2015	11	2618	2025	21	2843
2016	12	2649	2026	22	2859
2017	13	2676	2027	23	2874
2018	14	2702	2028	24	2889
2019	15	2726	2029	25	2903
2020	16	2748	2030	26	2917
2021	17	2769	2031	27	2930
2022	18	2789	2032	28	2942
2023	19	2808	2033	29	2954
2024	20	2826	2034	30	2966

Sumber: Hasil analisis



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Penduduk selang Tahun 2014-2034

Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Kebutuhan air domestik diperkirakan dengan menggunakan angka pemakaian air per kapita per hari dan standar kebutuhan air dari Ditjen Cipta Karya.

Tabel 3. Kebutuhan Air Domestik

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Domestik (l/det)	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Domestik (l/det)
x	y	$Qd = \frac{y * (30 \text{ l/org/hr})}{(24 * 3600)}$	x	y	$Qd = \frac{y * (30 \text{ l/org/hr})}{(24 * 3600)}$
2015	2618	0.909	2025	2843	0.987
2016	2649	0.920	2026	2859	0.993
2017	2676	0.929	2027	2874	0.998
2018	2702	0.938	2028	2889	1.003
2019	2726	0.947	2029	2903	1.008
2020	2748	0.954	2030	2917	1.013
2021	2769	0.962	2031	2930	1.017
2022	2789	0.968	2032	2942	1.022
2023	2808	0.975	2033	2954	1.026
2024	2826	0.981	2034	2966	1.030

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4. Kebutuhan Air Non Domestik

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Domestik (l/det)	Kebutuhan Air Non Domestik (l/det)
x	y	$Qd = \frac{y * (30 \text{ l/org/hr})}{(24 * 3600)}$	$Qn = Qd * 15\%$
2015	2618	0.909	0.1364
2016	2649	0.920	0.1379
2017	2676	0.929	0.1394
2018	2702	0.938	0.1407
2019	2726	0.947	0.1420
2020	2748	0.954	0.1431
2021	2769	0.962	0.1442
2022	2789	0.968	0.1453
2023	2808	0.975	0.1462
2024	2826	0.981	0.1472
2025	2843	0.987	0.1481
2026	2859	0.993	0.1489
2027	2874	0.998	0.1497
2028	2889	1.003	0.1505
2029	2903	1.008	0.1512
2030	2917	1.013	0.1519
2031	2930	1.017	0.1526
2032	2942	1.022	0.1532
2033	2954	1.026	0.1539
2034	2966	1.030	0.1545

Sumber: Hasil Analisa

Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Kebutuhan untuk mengatasi kebocoran teknis/fisik diperhitungkan sebesar 20% dari jumlah kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non-domestik yang didasarkan pada peraturan Direktorat Jendral Cipta Karya 1998, dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 5. Kehilangan Air

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Domestik (l/det)	Kebutuhan Air Non Domestik (l/det)	Kehilangan Air (l/det)
x	y	$Qd = \frac{y * (30 \text{ l/org/hr})}{(24 * 3600)}$	$Qn = Qd * 15\%$	$Qa = (Qd + Qn) * 20\%$
2015	2618	0.909	0.1364	0.209
2016	2649	0.920	0.1379	0.212
2017	2676	0.929	0.1394	0.214
2018	2702	0.938	0.1407	0.216
2019	2726	0.947	0.1420	0.218
2020	2748	0.954	0.1431	0.219
2021	2769	0.962	0.1442	0.221
2022	2789	0.968	0.1453	0.223
2023	2808	0.975	0.1462	0.224
2024	2826	0.981	0.1472	0.226
2025	2843	0.987	0.1481	0.227
2026	2859	0.993	0.1489	0.228
2027	2874	0.998	0.1497	0.230
2028	2889	1.003	0.1505	0.231
2029	2903	1.008	0.1512	0.232
2030	2917	1.013	0.1519	0.233
2031	2930	1.017	0.1526	0.234
2032	2942	1.022	0.1532	0.235
2033	2954	1.026	0.1539	0.236
2034	2966	1.030	0.1545	0.237

Sumber: Hasil Analisa

Kebutuhan Air Total

Kebutuhan total untuk air bersih merupakan penjumlahan dari kebutuhan air domestik, non-domestik, dan kehilangan air.

Tabel 6. Kebutuhan Total

Tahun	Kebutuhan Air Domestik (l/det)	Kebutuhan Air Non Domestik (l/det)	Kehilangan Air (l/det)	Kebutuhan Total (l/det)
X	$Qd = \frac{y * (30 \text{ l/org/hr})}{(24 * 3600)}$	$Qn = Qd * 15\%$	$Qa = (Qd + Qn) * 20\%$	$Qtot = Qd + Qn + Qa$
2015	0.909	0.1364	0.209	1.255
2016	0.920	0.1379	0.212	1.269
2017	0.929	0.1394	0.214	1.282
2018	0.938	0.1407	0.216	1.295
2019	0.947	0.1420	0.218	1.306
2020	0.954	0.1431	0.219	1.317
2021	0.962	0.1442	0.221	1.327
2022	0.968	0.1453	0.223	1.336
2023	0.975	0.1462	0.224	1.345
2024	0.981	0.1472	0.226	1.354
2025	0.987	0.1481	0.227	1.362
2026	0.993	0.1489	0.228	1.370
2027	0.998	0.1497	0.230	1.377
2028	1.003	0.1505	0.231	1.384
2029	1.008	0.1512	0.232	1.391
2030	1.013	0.1519	0.233	1.398
2031	1.017	0.1526	0.234	1.404
2032	1.022	0.1532	0.235	1.410
2033	1.026	0.1539	0.236	1.416
2034	1.030	0.1545	0.237	1.421

Sumber: Hasil Analisa

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH

Sistem Perencanaan Penyediaan Air Bersih

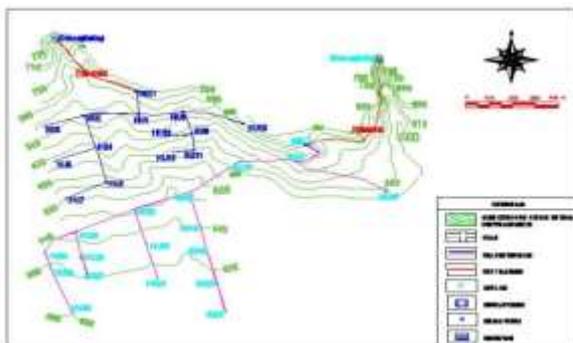
Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air total pada tahun 2034 sebesar 1,421 l/detik. Untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih di Kelurahan Kayawu terdapat mata air yang akan digunakan dalam perencanaan penyediaan air bersih, yaitu mata air Zake dan mata air Zanoreko. Mata air Zake terletak pada jarak ±770m dari kantor kelurahan Kayawu sedangkan Mata air Zanoreko terletak pada jarak ±1.2 km dari kantor kelurahan Kayawu.

Data-data dari mata air Zake:

1. Mata air Zake berada dititik koordinat N 01°19'59,01" dan E 124°48'36,41" .
2. Debit mata air Zake 0,84 l/det
3. Kawasan sekitar mata air terdapat pepohonan dan cukup terjaga kelestariannya.
4. Elevasi mata air Zake +717m dari permukaan laut

Data-data mata air Zanoreko:

1. Mata air Zanoreko berada dititik koordinat N 01°20'06,82" dan E 124°48'19,94" .
2. Debit mata air Zanoreko sebesar 1,08 l/det
3. Kawasan sekitar mata air terdapat pepohonan dan cukup terjaga kelestariannya.
4. Elevasi mata air Zanoreko +694 m dari permukaan laut



Gambar 4. Sistem planning penyediaan air bersih Kelurahan Kayawu

Desain Kapasitas Reservoir Distribusi

Reservoir dibuat karena aliran air yang terjadi tidaklah statis atau fluktuasi. Pada jam tertentu aliran air yang dibutuhkan lebih kecil dari debit rata-rata akan tetapi kadang pada jam sibuk aliran air yang dibutuhkan lebih besar dari debit kebutuhan rata-rata. Oleh karena itu

dibutuhkan reservoir agar menanggulangi aliran air yang tidak statis ini:

- Kebutuhan total tahun 2034 = 1,421 l/det
- Kebutuhan air harian maksimum tahun 2034 = 1,777 l/det
- Debit Kebutuhan dalam 30 HU = 1,777/30HU = 0,05922 l/det/HU

Sub sistem 1 mata air Zake

Direncanakan sub sistem 1 melayani 13 Hu dengan debit sebesar :

$$Q = 13 \text{ HU} * 0,05922 \text{ l/det} = 0,769 \text{ l/det}$$

- Kebutuhan = 1,75 * 0,769 l/det = 1,347l/det
- Tampungan debit didapat dari hasil nilai yang terbesar yaitu pada jam 03.00-04.00 sebesar 11,641 m3.
- Menentukan ukuran reservoir = Volume reservoir > 11,641m3
- Dalam hal ini tinggi merupakan kedalaman dari kapasitas air berguna
- Maka, 3m * 2,5m * 1,6m > 11,641m3
- 12 m3 > 11,641m3

Tabel 7.Kapasitas Reservoir Zake

%	Interval Waktu	Load factor	Kebutuhan (l/det)	keluar (m3/jam)	Masuk (m3/jam)	Dibuang	Tampungan
1.250	00.00-00.01	0.3	0.231	0.831	3.024	0.252	7.206
1.250	00.01-00.02	0.3	0.231	0.831	3.024	0.252	9.146
1.250	00.02-00.03	0.3	0.231	0.831	3.024	0.252	11.086
3.333	00.03-00.04	0.8	0.616	2.217	3.024	0.252	11.641
5.208	00.04-00.05	1.25	0.962	3.464	3.024	0.252	10.948
6.250	00.05-00.06	1.5	1.155	4.157	3.024	0.252	9.562
7.292	00.06-00.07	1.75	1.347	4.850	3.024	0.252	7.483
6.875	00.07-00.08	1.65	1.270	4.573	3.024	0.252	5.682
6.250	00.08-00.09	1.5	1.155	4.157	3.024	0.252	4.296
5.417	00.09-00.10	1.3	1.001	3.603	3.024	0.252	3.464
3.750	00.10-00.11	0.9	0.693	2.494	3.024	0.252	3.742
2.917	00.11-00.12	0.7	0.539	1.940	3.024	0.252	4.573
2.500	00.12-00.13	0.6	0.462	1.663	3.024	0.252	5.682
3.333	00.13-00.14	0.8	0.616	2.217	3.024	0.252	6.236
4.583	00.14-00.15	1.1	0.847	3.049	3.024	0.252	5.959
5.417	00.15-00.16	1.3	1.001	3.603	3.024	0.252	5.127
6.042	00.16-00.17	1.45	1.116	4.019	3.024	0.252	3.880
6.875	00.17-00.18	1.65	1.270	4.573	3.024	0.252	2.079
6.458	00.18-00.19	1.55	1.193	4.296	3.024	0.252	0.554
5.000	00.19-00.20	1.2	0.924	3.326	3.024	0.252	0.000
3.333	00.20-00.21	0.8	0.616	2.217	3.024	0.252	0.554
2.083	00.21-00.22	0.5	0.385	1.386	3.024	0.252	1.940
1.667	00.22-00.23	0.4	0.308	1.109	3.024	0.252	3.603
1.667	00.23-00.24	0.4	0.308	1.109	3.024	0.252	5.266

Sumber: Hasil Analisa

- Direncanakan pula tinggi jagaan adalah 0,5 m dan tinggi kapasitas mati adalah 0,2 m. Sehingga total tinggi dari reservoir adalah 1,6 m + 0,5 m + 0,2 m = 2,3 m

Sub sistem 2 mata air Zanoreko

- Direncanakan sub sistem 2 melayani 17 Hu dengan debit sebesar :
- $Q = 17 \text{ HU} * 0,05922 \text{ l/det} = 1,0067 \text{ l/det}$

Kemudian untuk mengetahui air yang keluar debit dikalikan *load factor* pemakaian air jam-jaman.

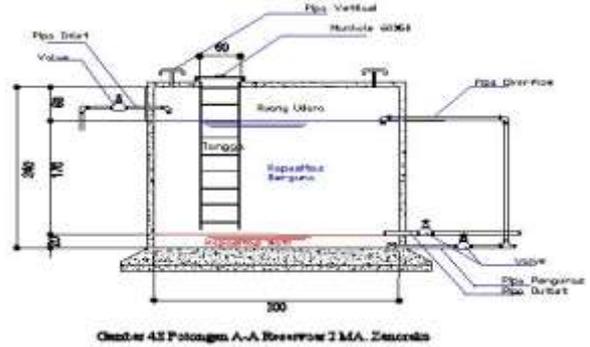
Tampungan debit didapat dari hasil nilai yang terbesar yaitu pada jam 03.00-04.00 sebesar 15,22 m³

Menentukan ukuran reservoir = Volume reservoir > 15,222m³

Dalam hal ini tinggi merupakan kedalaman dari kapasitas air berguna

Maka, 3m x 3m x 1,7m > 15,22 m³

15,3 m³ > 15,22 m³

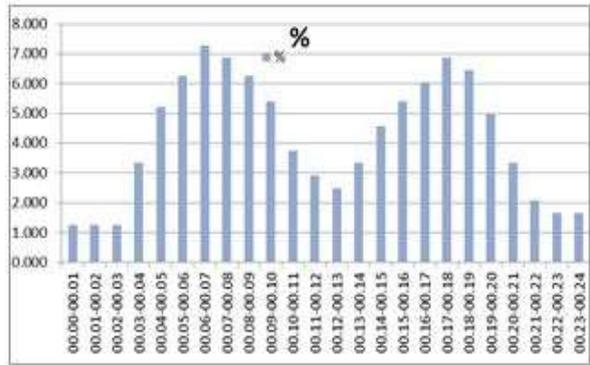


Gambar 6. Reservoir Zanoreko

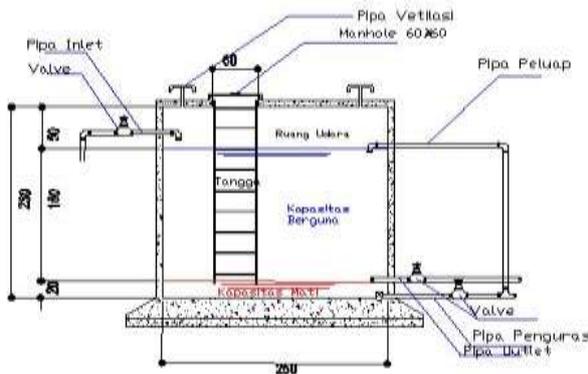
Tabel 8. Kapasitas Reservoir Zanoreko

%	Interval Waktu	Load factor	Kebutuhan (l/det)	keluar (m ³ /jam)	Masuk (m ³ /jam)	Dibuang	Tampungan
1.250	00.00-00.01	0.3	0.302	1.087	3.888	0.264	9.423
1.250	00.01-00.02	0.3	0.302	1.087	3.888	0.264	11.960
1.250	00.02-00.03	0.3	0.302	1.087	3.888	0.264	14.497
3.333	00.03-00.04	0.8	0.805	2.899	3.888	0.264	15.222
5.208	00.04-00.05	1.25	1.258	4.530	3.888	0.264	14.316
6.250	00.05-00.06	1.5	1.510	5.437	3.888	0.264	12.504
7.292	00.06-00.07	1.75	1.762	6.343	3.888	0.264	9.786
6.875	00.07-00.08	1.65	1.661	5.980	3.888	0.264	7.430
6.250	00.08-00.09	1.5	1.510	5.437	3.888	0.264	5.618
5.417	00.09-00.10	1.3	1.309	4.712	3.888	0.264	4.530
3.750	00.10-00.11	0.9	0.906	3.262	3.888	0.264	4.893
2.917	00.11-00.12	0.7	0.705	2.537	3.888	0.264	5.980
2.500	00.12-00.13	0.6	0.604	2.175	3.888	0.264	7.430
3.333	00.13-00.14	0.8	0.805	2.899	3.888	0.264	8.155
4.583	00.14-00.15	1.1	1.107	3.987	3.888	0.264	7.792
5.417	00.15-00.16	1.3	1.309	4.712	3.888	0.264	6.705
6.042	00.16-00.17	1.45	1.460	5.255	3.888	0.264	5.074
6.875	00.17-00.18	1.65	1.661	5.980	3.888	0.264	2.718
6.458	00.18-00.19	1.55	1.560	5.618	3.888	0.264	0.725
5.000	00.19-00.20	1.2	1.208	4.349	3.888	0.264	0.000
3.333	00.20-00.21	0.8	0.805	2.899	3.888	0.264	0.725
2.083	00.21-00.22	0.5	0.503	1.812	3.888	0.264	2.537
1.667	00.22-00.23	0.4	0.403	1.450	3.888	0.264	4.712
1.667	00.23-00.24	0.4	0.403	1.450	3.888	0.264	6.886

Sumber Hasil Analisa



Gambar 7. Pola Penggunaan Air



Gambar 5. Reservoir Zake

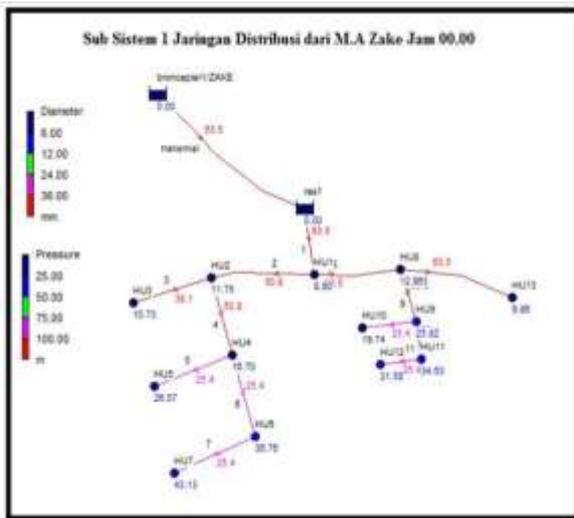
Perhitungan Jaringan menggunakan Program Epanet 2.0

EPANET memiliki fasilitas untuk mendesain variasi penggunaan air menurut pola penggunaan air (*demand pattern*) yang dapat dibagi menjadi beberapa interval. Dalam perencanaan ini, digunakan interval waktu setiap 1 jam, atau dalam 1 hari terdapat 24 buah interval. trend pemakaian air harian masyarakat mengikuti pola/trend tertentu.

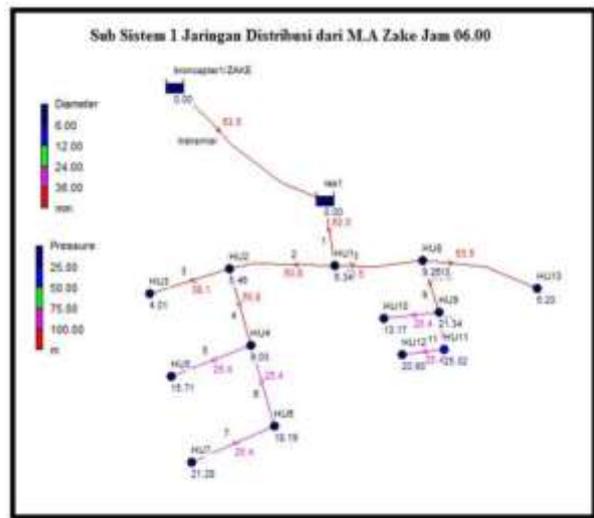
Dari kondisi ini dibuatkan pola penggunaan air, yang merupakan salah satu data masukan untuk EPANET. Dari grafik terlihat bahwa ada konsentrasi pemakaian pada pagi hari dan sore hari, dan kebutuhan puncak pada pagi hari adalah pada jam 06.00 hingga 07.00 yaitu sebesar 7,29%, dan pada sore hari pada jam 17.00 hingga 18.00 sebesar 6,87%. Dari grafik tersebut juga terlihat bahwa antara jam 22.00 hingga jam 03.00

Hasil analisis perhitungan sistem jaringan pipa Kelurahan Kayawu adalah sebagai berikut: subuh hampir tidak ada penggunaan air.

1. Sub Sistem 1 Zake



Gambar 8. Sistem Jaringan jam 00.00



Gambar 9. Sistem Jaringan jam 06.00

Tabel 9 . Node Sistem Jaringan jam 00.00

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc HU1	717	0.059	694.90	8.90
Junc HU2	683	0.059	694.75	11.75
Junc HU3	684	0.059	694.73	10.73
Junc HU4	678	0.059	694.70	16.70
Junc HU10	675	0.059	694.74	19.74
Junc HU5	669	0.059	694.82	25.82
Junc HU8	682	0.059	694.86	12.86
Junc HU13	690	0.059	694.86	4.86
Junc HU12	663	0.059	694.58	31.58
Junc HU11	660	0.059	694.63	34.63
Junc HU6	668	0.059	694.57	26.57
Junc HU9	667.5	0.059	694.26	36.76
Junc HU7	651	0.059	694.13	43.13
Reser bioscapet1/ZAKE	717	894.0	717.00	0.00
Reser res1	695	894.0	695.00	0.00

Tabel 11 . Node Sistem Jaringan jam 06.00

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc HU1	717	0.059	692.34	6.34
Junc HU2	683	0.059	688.46	5.46
Junc HU3	684	0.059	688.01	4.01
Junc HU4	678	0.059	687.03	9.03
Junc HU10	675	0.059	688.17	13.17
Junc HU5	669	0.059	690.34	21.34
Junc HU8	682	0.059	691.26	9.26
Junc HU13	690	0.059	691.20	1.20
Junc HU12	663	0.059	683.93	20.93
Junc HU11	660	0.059	685.32	25.32
Junc HU6	668	0.059	683.71	15.71
Junc HU9	667.5	0.059	675.68	18.19
Junc HU7	651	0.059	672.28	21.28
Reser bioscapet1/ZAKE	717	894.0	717.00	0.00
Reser res1	695	894.0	695.00	0.00

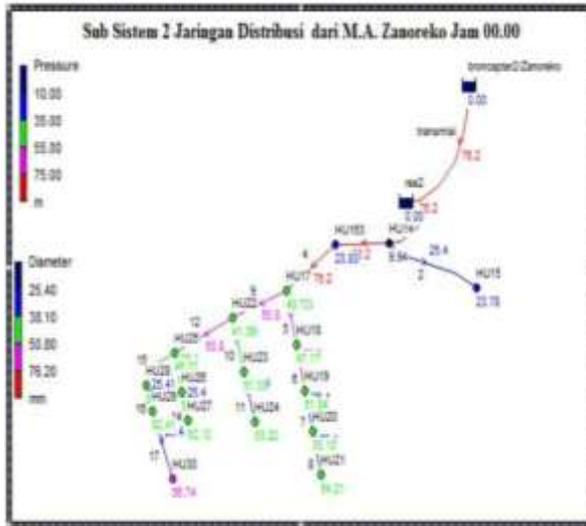
Tabel 10 . Link Sistem Jaringan jam 00.00

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/ftm
Pipe 2	120.0	50.8	0.44	0.22	1.22
Pipe 3	34.1	36.5	0.07	0.08	0.10
Pipe 4	34.1	50.8	0.30	0.15	0.59
Pipe 5	37.2	25.4	0.07	0.15	1.30
Pipe 6	32	25.4	0.15	0.29	4.71
Pipe 7	89.9	25.4	0.07	0.14	1.20
Pipe 8	99.9	63.5	0.44	0.14	0.41
Pipe 9	60.3	50.8	0.30	0.15	0.59
Pipe 10	63.5	25.4	0.07	0.15	1.30
Pipe 11	40.7	25.4	0.15	0.29	4.70
Pipe 12	40.7	25.4	0.07	0.15	1.30
Pipe 13	134.7	63.5	0.07	0.02	0.07
Pipe bioscapet1	271.4	63.5	7.77	2.48	95.07
Pipe 1	50.4	63.5	0.96	0.30	1.74
Pipe 14	1000	12	0.00	0.00	0.12

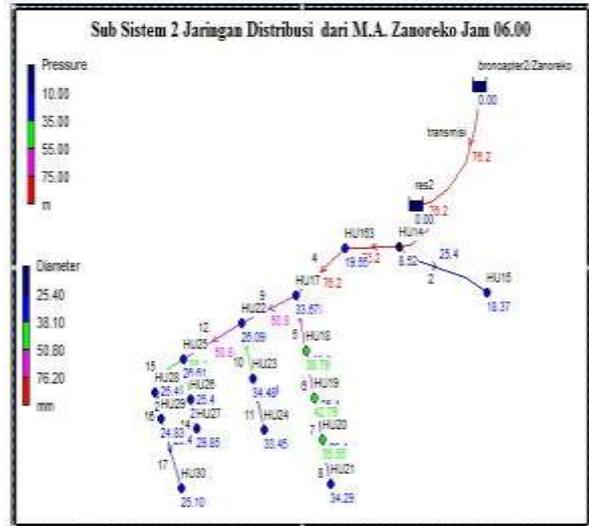
Tabel 12 . Link Sistem Jaringan jam 06.00

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/ftm
Pipe 2	120.0	50.8	2.58	1.27	32.22
Pipe 3	34.1	36.5	0.43	0.38	4.74
Pipe 4	34.1	50.8	1.72	0.85	10.21
Pipe 5	37.2	25.4	0.43	0.85	34.15
Pipe 6	32	25.4	0.86	1.70	123.27
Pipe 7	89.9	25.4	0.41	0.62	31.90
Pipe 8	99.9	63.5	2.58	0.81	10.87
Pipe 9	60.3	50.8	1.72	0.85	10.21
Pipe 10	63.5	25.4	0.43	0.85	34.15
Pipe 11	40.7	25.4	0.86	1.70	123.27
Pipe 12	40.7	25.4	0.43	0.85	34.15
Pipe 13	134.7	63.5	0.43	0.14	0.39
Pipe bioscapet1	271.4	63.5	7.77	2.48	95.07
Pipe 1	50.4	63.5	0.96	1.77	45.50
Pipe 14	1000	12	-0.02	0.14	3.19

2. Sub Sistem 2 Zaloreko



Gambar 10. Sistem Jaringan jam 00.00



Gambar 11. Sistem Jaringan jam 06.00

Tabel 13 . Node Sistem Jaringan jam 00.00

Node ID	Elevation m	Base Elevation LPS	Head m	Pressure m
Jamco HU14	664	0.000	607.94	0.34
Jamco HU15	664	0.000	607.76	23.76
Jamco HU16	664	0.000	607.83	23.83
Jamco HU17	647	0.000	607.72	40.72
Jamco HU22	640	0.000	607.30	41.30
Jamco HU18	640.5	0.000	607.87	47.17
Jamco HU23	636	0.000	607.33	61.33
Jamco HU19	635.0	0.000	607.64	61.64
Jamco HU24	634	0.000	607.22	59.22
Jamco HU20	634.2	0.000	607.30	53.10
Jamco HU21	633	0.000	607.21	54.21
Jamco HU25	641	0.000	607.23	46.23
Jamco HU26	637	0.000	607.18	50.18
Jamco HU27	636	0.000	607.12	52.12
Jamco HU28	637	0.000	607.11	50.11
Jamco HU29	634.5	0.000	606.91	52.41
Jamco HU30	630	0.000	606.74	56.74
Reservoir Broncapetir Zaloreko	634	664.0	634.00	0.00
Reservoir transmisi	680	664.0	680.00	0.00

Tabel 14 . Link Sistem Jaringan jam 00.00

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Inflow m/s	Out Headloss m/s
Pipe 2	121.7	25.4	150	0.07	0.13	1.30
Pipe 4	134	76.2	150	1.89	0.23	0.42
Pipe 5	90.8	50.8	150	0.30	0.15	0.56
Pipe 6	79.2	50.8	150	0.22	0.11	0.34
Pipe 7	71.7	25.4	150	0.15	0.28	4.70
Pipe 8	72	25.4	150	0.07	0.15	1.30
Pipe 9	125.7	50.8	150	0.66	0.22	2.01
Pipe 10	93.9	38.1	150	0.15	0.13	0.48
Pipe 11	88.8	25.4	150	0.07	0.15	1.30
Pipe 12	139	50.8	150	0.44	0.22	1.23
Pipe 13	88.8	38.1	150	0.15	0.13	0.48
Pipe 14	48.4	25.4	150	0.07	0.15	1.30
Pipe 15	84.3	38.1	150	0.22	0.18	1.38
Pipe 16	42.4	25.4	150	0.15	0.28	4.71
Pipe 17	123.7	25.4	150	0.07	0.15	1.30
Pipe 1	48.1	76.2	150	1.26	0.27	1.17
Pipe transmisi	274.3	76.2	140	6.88	1.24	21.87
Pipe 3	121.7	76.2	150	1.11	0.24	0.93

Tabel 15 . Node Sistem Jaringan jam 06.00

Node ID	Elevation m	Base Elevation LPS	Head m	Pressure m
Jamco HU14	664	0.000	606.52	0.52
Jamco HU15	664	0.000	603.37	18.37
Jamco HU16	664	0.000	603.55	15.55
Jamco HU17	647	0.000	600.67	33.67
Jamco HU22	640	0.000	602.09	26.09
Jamco HU18	640.5	0.000	609.29	30.79
Jamco HU23	636	0.000	603.40	34.40
Jamco HU19	635.0	0.000	609.59	42.79
Jamco HU24	634	0.000	607.45	33.45
Jamco HU20	634.2	0.000	609.76	35.56
Jamco HU21	633	0.000	607.29	34.29
Jamco HU25	641	0.000	607.61	26.61
Jamco HU26	637	0.000	606.44	29.44
Jamco HU27	636	0.000	604.88	29.88
Jamco HU28	637	0.000	604.56	27.56
Jamco HU29	634.5	0.000	603.33	24.83
Jamco HU30	630	0.000	605.10	25.10
Reservoir Broncapetir Zaloreko	634	664.0	634.00	0.00
Reservoir transmisi	680	664.0	680.00	0.00

Tabel 16. Link Sistem Jaringan jam 06.00

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Inflow m/s	Out Headloss m/s
Pipe 2	121.7	25.4	150	0.43	0.85	34.75
Pipe 4	134	76.2	150	4.02	1.32	21.48
Pipe 5	90.8	50.8	150	1.72	0.85	10.21
Pipe 6	79.2	50.8	150	1.29	0.64	6.90
Pipe 7	71.7	25.4	150	0.96	1.70	123.27
Pipe 8	72	25.4	150	0.42	0.85	34.75
Pipe 9	125.7	50.8	150	3.07	1.91	65.28
Pipe 10	93.9	38.1	150	0.96	0.75	17.30
Pipe 11	88.8	25.4	150	0.42	0.85	34.75
Pipe 12	139	50.8	150	2.59	1.27	82.22
Pipe 13	88.8	38.1	150	0.96	0.75	17.31
Pipe 14	48.4	25.4	150	0.42	0.85	34.75
Pipe 15	84.3	38.1	150	1.29	1.13	36.24
Pipe 16	42.4	25.4	150	0.96	1.70	123.27
Pipe 17	123.7	25.4	150	0.42	0.85	34.75
Pipe 1	48.1	76.2	150	7.31	1.60	30.77
Pipe transmisi	274.3	76.2	140	5.88	1.24	21.87
Pipe 3	121.7	76.2	150	4.45	1.41	24.40

PEMBAHASAN

- Proyeksi pertumbuhan penduduk untuk 20 tahun kedepan sampai tahun 2034 di hitung menggunakan 3 metode regresi, yaitu metode regresi linier, regresi logaritma dan regresi eksponensial. Trend regresi terbaik dengan r^2 terbesar dan Se terkecil adalah analisa regresi logaritma dengan jumlah penduduk pada tahun 2034 mencapai 2966 orang.
- Jumlah air bersih yang dibutuhkan baik kebutuhan air domestik, non-domestik dan kehilangan pada 20 tahun mendatang adalah 1,421 ltr/det.
- Perencanaan penyediaan air bersih dibagi menjadi 2 sub sistem dengan memanfaatkan 2 mata air yaitu mata air Zake dengan debit 0,84 l/det dan mata air Zanoreko dengan debit 1,08. Jumlah kedua mata air mampu melayani Kelurahan Kayawu dengan total kebutuhan 1,421 l/det
- Sub sistem 1 Zake akan melayani sebelah utara kelurahan dengan 13 HU dan sub sistem 2 melayani 17 HU sebelah selatan Kelurahan Kayawu.
- Desain Reservoir direncanakan dimasing-masing sub sistem, dari hasil analisa didapat ukuran masing-masing reservoir yaitu reservoir 1 pada subsistem 1 Zake mempunyai ukuran 3 x 2,5 x 2,3 dan untuk reservoir 2 pada subsistem 2 Zanoreko mempunyai ukuran 3 x 3 x 2,4
- Pipa transmisi didapat, untuk Sub sistem 1 dengan diameter 2,5" atau 63,5 mm dan sub sistem 2 dengan diameter 3" atau 76,2 mm.
- Pipa distribusi didapat dari hasil Epanet2.0 , untuk Sub sistem 1 dengan diameter 1" atau 25,4mm, 1 1/2" atau 38,1mm, 2 1/2" atau 63,5mm, 2" atau 50,8mm, in atau 38,1 mm , dan sub sistem 2 dengan diameter diameter 1" atau 25,4mm, 1 1/2" atau 38,1mm, 2" atau 50,8mm, dan 3" atau 76,2 mm.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa:

1. Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Kelurahan Kayawu, yang memanfaatkan mata air Zake dan mata air Zanoreko dengan total debit 1,92 l/det mampu mencukupi kebutuhan air ditahun 2034 sebesar 1,421 l/det.
2. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dilakukan dengan tiga analisa regresi. Analisa yang dipilih adalah regresi logaritma karena memiliki nilai korelasi yang paling mendekati 1.
3. Sistem penyediaan air bersih direncanakan dengan membagi daerah layanan menjadi 2 sub sistem yaitu, sub sistem 1 yang bersumber dari mata air Zake dan sub system 2 yang bersumber dari mata air Zanoreko.
4. Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan 2 bronkaptering dengan ukuran (2 x 1,5 x 1,5) m.
5. Reservoir distribusi yang digunakan dibuat 2 reservoir pada masing-masing sub sistem yakni untuk reservoir 1 pada sub sistem 1 dengan kapasitas berguna 11,641 m³ mempunyai ukuran reservoir (3x2,5x2,3)m dan reservoir 2 pada sub sistem 2 kapasitas berguna 15,22m³ mempunyai ukuran reservoir (3 x 3 x 2,4)m
6. Air bersih didistribusikan ke rumah warga secara gravitasi melalui 30 buah Hidran Umum yang tersebar di Kelurahan Kayawu dengan menggunakan pipa berdiameter 1", 1 1/2", 2 1/2", 2", dan 3".

Saran

Apabila sistem jaringan air bersih telah dioperasikan, maka sebaiknya pengelolaannya di serahkan kepada pihak yang terkait pada pekerjaan ini dan perlu adanya keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan sarana ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2010, Buku Manual Program Epanet, <http://darmadi18.files.wordpress.com/2010/11/buku-manual-program-epanetversibahasaindonesia.pdf>
- Anonimous,2002, Pedoman/Petunjuk Teknik Dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan, Kimpraswil, Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Tomohon. Kota Tomohon dalam angka 2005 – 2014. BPS Kota Tomohon

- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Cipta Karya (1998), Petunjuk Teknis Perencanaan Rancangan Teknik Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan. Jakarta.
- J. Supranto, MA, Statistik, Erlangga Jakarta, Jilid 1 Edisi Ketiga Hal 198, 240, 258, Jilid 2 Edisi Kelima, hal 227,228.
- NSPM Kimpraswil, 2002,Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual, Air Minum Pedesaan, Edisi Pertama, Jakarta. hal 13-15
- Sutrisno C. Totok, 1996, Teknologi Penyediaan Air Bersih, Jakarta: Penerbit PT Bina Aksara,
- Tanudjaja Lambertus, 2011, Diktat Materi Kuliah Rekayasa Lingkungan, Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Triatmodjo Bambang, 2008, Hidraulika II, Beta Offset, Yogyakarta, hal 51;58
- Triatmodjo Radiana, 2008, Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan, Yogyakarta, Bab1-10, 2-29, 3-38, 3-39, 3-66