

## Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Manembo Kecamatan Langowan Selatan Kabupaten Minahasa

Svita Eka Ristie Ramadhan

Jeffry S.F Sumarauw, Eveline M. Wuisan

Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado

Email: [Ramadhan.svita@gmail.com](mailto:Ramadhan.svita@gmail.com)

### ABSTRAK

Desa Manembo memiliki banyak mata air yang tersebar di seluruh desa. Namun sampai saat ini tidak ada sistem jaringan air bersih yang membawa air dari mata air ke pemukiman warga, sehingga untuk melakukan aktivitas sehari-hari seperti MCK dan lain sebagainya, masyarakat harus melakukannya langsung di mata air dengan menempuh jarak yang jauh serta medan yang sulit. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut, perlu adanya Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih.

Proyeksi pertumbuhan penduduk untuk 10 tahun kedepan dihitung menggunakan metode regresi eksponensial. Selanjutnya dari hasil proyeksi pertumbuhan penduduk didapat kebutuhan air bersih Desa Manembo yaitu 0,8327 l/det atau 45,31 l/orang/hari. Debit total mata air yang tersedia sebesar 1,3 l/det. Jadi air dari mata air dapat memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Desa Manembo sampai 10 tahun kedepan.

Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Manembo dibagi menjadi 3 zona. Zona 1, mata air berada di daerah yang lebih tinggi dari daerah layanan, sehingga air dari mata air dikumpulkan di reservoir distribusi kemudian dialirkan secara gravitasi ke 3 keran umum yakni keran 1, 2 dan 3. Zona 2, mata air berada lebih tinggi dari daerah layanan, sehingga air dari mata air di kumpulkan di reservoir distribusi kemudian dialirkan secara gravitasi ke 7 keran umum, yakni keran 4 sampai keran 10. Zona 3, mata air berada didaerah yang rendah, air akan dikumpul di bronkaptering kemudian di pompa ke reservoir distribusi. Reservoir distribusi berada didaerah yang lebih tinggi dari daerah layanan, sehingga air akan dialirkan secara gravitasi ke 6 keran umum, yakni keran 11 sampai keran 16. Ukuran bronkaptering (4x2x2,5) m dan ukuran reservoir distribusi, zona 1 (4x4x2) m zona 2 (4x3x3) m dan zona 3 (4x3x2,5) m. Pompa yang akan digunakan adalah pompa sentrifugal Sanyo PW H137 dan Sanyo PD H600. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC. Untuk menganalisa sistem perpipaan distribusi, menggunakan program Epanet 2.0.

**Kata kunci:** Keran Umum, Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih, Desa Manembo .

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Sampai saat ini, penyediaan air bersih untuk masyarakat masih dihadapkan pada beberpa permasalahan yang cukup kompleks dan sampai saat ini belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat, terutama di daerah pedesaan.

Desa Manembo adalah suatu daerah yang berada di Kecamatan Langowan Selatan, Kabupaten Minahasa yang secara geografis di batasi oleh :

- Sebelah Utara : Desa Wolaang
- Sebelah Barat : Desa Kawatak
- Sebelah Selatan : Desa Atep
- Sebelah Timur : Desa Teep

Desa Manembo terbagi dari 5 jaga dan luas desa 380 Ha dengan jumlah penduduk 1458 jiwa pada tahun 2014, yang terdiri dari 712 jiwa laki-laki dan 726 jiwa perempuan. Perbandingan jumlah penduduk 5 tahun terakhir yaitu pada tahun 2010 jumlah penduduk

Desa Manembo 1423 jiwa dan data terakhir pada april 2014 meningkat menjadi 1458 jiwa. Dengan bertambahnya penduduk, secara otomatis akan meningkatkan kebutuhan air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka.

Masyarakat Desa Manembo saat ini memanfaatkan 7 mata air yang tersebar di tiap jaga. Mereka memanfaatkan mata air untuk melakukan aktivitas sehari-hari seperti mencuci baju, MCK, dan lain sebagainya. Aktivitas masyarakat tersebut langsung dilakukan pada mata air. Mata air tersebut ada yang berada di sekitar daerah pemukiman, ada juga yang agak jauh dari daerah pemukiman.

Ada beberapa warga desa yang mempunyai sumur di area rumah mereka, namun pada musim kemarau sebagian besar sumur warga mengalami kekeringan dan pada musim penghujan air menjadi keruh bercampur tanah. Oleh karena itu masyarakat Desa Manembo memanfaatkan mata air sebagai sumber air utama.

Dari uraian di atas, untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Manembo, maka perlu dicarikan solusi agar masalah penyediaan air bersih di desa tersebut bisa teratasi dengan baik. Seperti

yang dapat kita lihat dari uraian diatas, di Desa Manembo tidak ada sistem penyediaan air bersih yang layak untuk menunjang aktivitas masyarakat. Sehingga perlu direncanakan sistem penyediaan air bersih untuk masyarakat Desa Manembo.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada maka dapat dirumuskan permasalahannya yakni tidak ada sistem penyediaan air bersih di Desa Manembo

### Batasan Masalah

Dalam penulisan ini masalah dibatasi pada:

1. Sumber air baku yang di tinjau berasal dari mata air
2. Analisa Kebutuhan air sampai 10 tahun kedepan
3. Sistem penyediaan air bersih hanya sebatas mata air ke Keran Umum
4. Tidak memperhitungkan struktur bangunan air.
5. Analisis dan perencanaan sistem perpipaan menggunakan software *Epanet 2.0*

### Tujuan Penelitian.

Untuk mendapatkan desain sistem jaringan air bersih agar dapat memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Manembo.

### Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan menjadi pertimbangan untuk pihak-pihak yang berkepentingan mengenai kebutuhan air bersih di Desa Manembo guna menunjang aktivitas sehari-hari masyarakat.

## LANDASAN TEORI

### Kebutuhan Air

Kebutuhan air yang dimaksud adalah kebutuhan air yang digunakan untuk menunjang segala kegiatan manusia, meliputi air bersih domestik dan non domestik.

### Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Model analisa yang dilakukan:

- a. Analisa regresi linear
- b. Analisa Regresi Eksponensial
- c. Analisa Regresi Geometri

### Kebutuhan Air Bersih Domestik dan Non Domestik

1. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan air domestik sangat ditentukan oleh jumlah penduduk dan konsumsi perkapita. Kecenderungan populasi dan sejarah populasi dipakai sebagai dasar perhitungan kebutuhan air domestik terutama dalam penentuan kecenderungan laju pertumbuhan (*Growth Rate Trends*).

2. Kebutuhan 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 social/umum seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan dan juga untuk kepentingan komersil.

### Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Penentuan kebocoran atau kehilangan air dilakukan dengan asumsi yaitu sebesar 20% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik

### Pompa

Pompa dapat digunakan atau dipandang sebagai alat untuk menambah debit dan tekanan. Pada sistem transmisi atau distribusi, perlu menggunakan pompa jika kondisi daerah yang direncanakan memiliki elevasi sumber air yang lebih rendah dari pemukiman.

### Sistem Distribusi

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

### Kehilangan Tenaga

Besarnya kehilangan tenaga primer akibat gesekan pada pipa dapat ditentukan dengan persamaan:

$$H_f = \frac{10.67 \times Q^{1.85}}{C_{HW}^{1.85} \times D^{4.87}} \times L \quad (1)$$

Dimana:

- D = Diameter pipa (m)
- L = Panjang Pipa (m)
- $C_{HW}$  = Koefisien Hazen-Wiliams
- Q = Debit (m<sup>3</sup>/det)

### Software Epanet 2.0

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir. 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. Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Daerah yang termasuk dalam wilayah penelitian adalah Desa Manembo Kecamatan Langowan Selatan Kabupaten Minahasa. Luas Desa Manembo 380.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

### Kependudukan/Demografi

Berdasarkan data dari Kantor Desa, penduduk Desa Manembo pada tahun 2014, yang terdiri dari 712 jiwa laki-laki dan 726 jiwa perempuan. Selanjutnya, untuk jumlah penduduk di Desa Manembo pada tahun 2005 sampai pada tahun 2014 seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jumlah penduduk Desa Manembo Tahun 2005-2014

No	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2005	1374
2	2006	1384
3	2007	1393
4	2008	1403
5	2009	1413
6	2010	1423
7	2011	1439
8	2012	1455
9	2013	1472
10	2014	1458

Sumber : Kantor Desa Manembo

### Kondisi Sumber Air Bersih

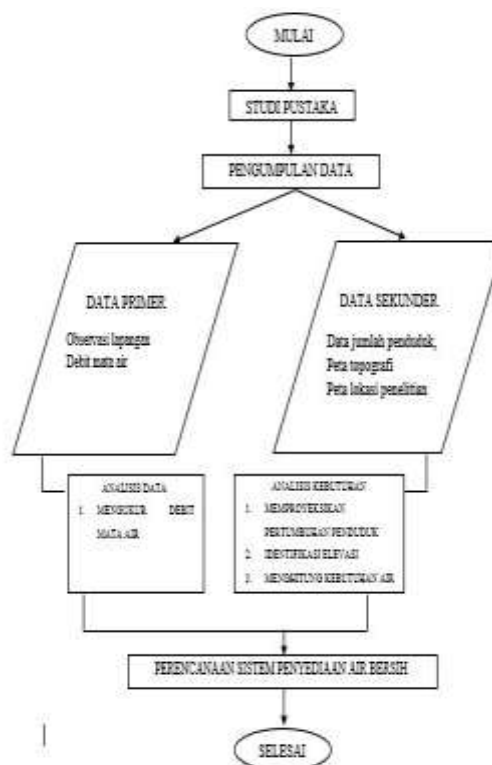
Sumber air bersih Desa Manembo sendiri adalah mata air, dimana terdapat 3 mata air yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Dengan debit dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Debit mata air

No	Sumber Air (Mata Air)	Debit (l/dtk)
1	1	0,3
2	2	0,7
3	3	0,3

Debit pada tabel 3.2 didapat dari hasil pengukuran langsung dilapangan dengan menggunakan alat bantu berupa ember 6 liter dan stopwatch. Air dari mata air di tampung pada ember 6 liter, selanjutnya dihitung berapa waktu yang diperlukan sampai air terisi penuh di ember tersebut. Untuk hasilnya pengukuran debitnya, air di ember 6 liter dibagi dengan lama waktu ketika air terisi penuh di ember. Pengukuran ini dilakukan pada bulan agustus dengan kondisi cuaca tidak pada musim kemarau atau penghujan berkepanjangan. Kondisi mata air juga dipastikan tidak akan menurun seiring bertambahnya tahun, dikarenakan daerah disekitar mata air masih terlindungi dengan pepohonan yang rimbun dan sampai saat ini tidak ada pembangunan fasilitas apapun di mata air ataupun daerah sekitar mata air.

### Bagan Alir



### ANALISA DAN PEMBAHASAN Menghitung Jumlah Penduduk

Tabel 4.8 Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi

No	Trend	Y'	R	r <sup>2</sup>	Se
1	Linear	1361,4+10,909x	0,98099	0,96234	6,93017
2	Logaritma	1356,969+42,657 ln(x)	0,92871	0,86251	13,2418
3	Exponensial	1362,305.e <sup>0,007675x</sup>	0,9818	0,96393	6,92489

Berdasarkan hasil analisa di atas, trend regresi terbaik dengan r<sup>2</sup> terbesar dan Se terkecil adalah analisis regresi exponensial dengan 1362,305.e<sup>0,007675x</sup>.

Tabel 4.9 Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Manembo

Tahun	x	Jumlah Penduduk
2015	11	1482
2016	12	1494
2017	13	1505
2018	14	1517
2019	15	1529
2020	16	1540
2021	17	1552
2022	18	1564
2023	19	1576
2024	20	1588

**Analisis Kebutuhan Air Domestik**

Desa Manembo termasuk dalam Kota kategori V (Desa) dengan jumlah penduduk 1458 jiwa. Berdasarkan kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, maka konsumsi unit Keran umum diambil 30 (liter/orang/hari)

Tabel 4.10 Kebutuhan Air Domestik Desa Manembo

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Penduduk (l/hari) (Jumlah penduduk x 30)
2015	1482	44460
2016	1494	44820
2017	1505	45150
2018	1517	45510
2019	1529	45870
2020	1540	46200
2021	1552	46560
2022	1564	46920
2023	1576	47100
2024	1588	47640

**Analisis Kebutuhan Air Non Domestik**

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan untuk fasilitas pelayanan umum, seperti kantor, rumah sakit atau puskesmas, tempat ibadah, terminal dan lain-lain. Dari tabel 2.2, untuk standar kebutuhan air non-domestik Desa Manembo diambil 5% dari kebutuhan air domestik.

Tabel 4.11 Kebutuhan Air Non Domestik Desa Manembo

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)	
	l/hari	l/dtk	l/hari	l/dtk
2015	44460	0.515	2223	0.026
2016	44820	0.519	2241	0.026
2017	45150	0.523	2258	0.026
2018	45510	0.527	2276	0.026
2019	45870	0.531	2294	0.027
2020	46200	0.535	2310	0.027
2021	46560	0.539	2328	0.027
2022	46920	0.543	2346	0.027
2023	47100	0.545	2355	0.027
2024	47640	0.551	2382	0.028

**Analisis Kehilangan Air**

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Penentuan kebocoran atau kehilangan air dilakukan dengan asumsi yaitu sebesar 20% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata

adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)		Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)		Kehilangan Air (Qk)	
	l/hari	l/dtk	l/hari	l/dtk	l/hari	l/dtk
2015	44460	0.5146	2223	0.0257	9337	0.1081
2016	44820	0.5188	2241	0.0259	9412	0.1089
2017	45150	0.5226	2258	0.0261	9482	0.1097
2018	45510	0.5267	2276	0.0263	9557	0.1106
2019	45870	0.5309	2294	0.0265	9633	0.1115
2020	46200	0.5347	2310	0.0267	9702	0.1123
2021	46560	0.5389	2328	0.0269	9778	0.1132
2022	46920	0.5431	2346	0.0272	9853	0.1140
2023	47100	0.5451	2355	0.0273	9891	0.1145
2024	47640	0.5514	2382	0.0276	10004	0.1158

**Analisis Kebutuhan Air Total**

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

Tahun	Kebutuhan Air Domestik (Qd)		Kebutuhan Air Non Domestik (Qn)		Kehilangan Air (Qk)		Debit Total (Qt)	
	l/dtk	l/dtk	l/dtk	l/dtk	l/dtk	l/dtk	l/dtk	l/dtk
2015	0.5146	0.0257	0.1081	0.6484				
2016	0.5188	0.1556	0.1089	0.7833				
2017	0.5226	0.1569	0.1097	0.7892				
2018	0.5267	0.1580	0.1106	0.7954				
2019	0.5309	0.1593	0.1115	0.8017				
2020	0.5347	0.1605	0.1123	0.8075				
2021	0.5389	0.1618	0.1132	0.8138				
2022	0.5431	0.1630	0.1140	0.8201				
2023	0.5451	0.1643	0.1145	0.8239				
2024	0.5514	0.1655	0.1158	0.8327				

Berdasarkan tabel 4.13, kebutuhan air total pada 10 tahun mendatang (Tahun 2024), 0,8327 l/det Atau 45,31 l/orang/hari.

**Desain Sistem Jaringan Air Bersih**

**Desain Hidrolis Keran Umum**

Sesuai standar tersebut dicantumkan bahwa jumlah jiwa per keran umum untuk daerah pedesaan adalah 100 jiwa. Jumlah keran umum daerah layanan system jaringan air bersih dihitung sebagai berikut :

- Jumlah penduduk = 1588 jiwa
- Jumlah keran umum =  $1588/100 = 15,88 \approx 16$  Keran
- Kebutuhan air total = 0,8327 l/dtk
- Kebutuhan air tiap keran =  $0,8327/16 = 0,05$  liter/detik/Keran

**Desain Jaringan Perpipaan**

**Jaringan Transmisi dan Distribusi**



Gambar 4.2 Skema perencanaan sistem jaringan perpipaan Desa Manembo

Dipilih pipa PVC, mengingat pipa ini lebih ekonomis karena lebih murah dan lebih mudah pemasangannya, demikian pula pemeliharannya.. Dalam perencanaan ini saya membagi menjadi 3 Zona jaringan. Berdasarkan data dan keterangan dari Kantor Desa Manembo, untuk jumlah penduduk di zona 1 yaitu 20%, zona 2 50% dan zona 3 30% dari total jumlah penduduk yang ada.

### Desain Bronkaptering

Untuk mengatasi kebutuhan pada zona 3, maka akan ditampung air dari mata air dengan debit 0,3 l/dtk atau 1,08 m<sup>3</sup>/jam atau 25,92 m<sup>3</sup>/hari. Selanjutnya air dari bronkaptering akan dipompa ke reservoir distribusi selama 6 jam/hari yaitu mulai jam 05.00 sampai 11.00. Debit pemompaan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Suplai Air} &= 25,92 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Pemompaan 6 jam} &= 25,92/6 \\ &= 4,32 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.17 Hitungan kapasitas berguna dari bronkaptering

Jam	Suplai Air (m <sup>3</sup> )	Pemompaan (m <sup>3</sup> )	Volume Air di bronkaptering (m <sup>3</sup> )
0			x
00.00-01.00	1.08		x + 1.08
01.00-02.00	1.08		x + 2.16
02.00-03.00	1.08		x + 3.24
03.00-04.00	1.08		x + 4.32
04.00-05.00	1.08		x + 5.4
05.00-06.00	1.08	4.32	x + 2.16
06.00-07.00	1.08	4.32	x - 1.08
07.00-08.00	1.08	4.32	x - 4.32
08.00-09.00	1.08	4.32	x - 7.56
09.00-10.00	1.08	4.32	x - 10.8
10.00-11.00	1.08	4.32	x - 14.04
11.00-12.00	1.08		x - 12.96
12.00-13.00	1.08		x - 11.88
13.00-14.00	1.08		x - 10.8
14.00-15.00	1.08		x - 9.72
15.00-16.00	1.08		x - 8.64
16.00-17.00	1.08		x 7.56
17.00-18.00	1.08		x - 6.48
18.00-19.00	1.08		x - 5.4
19.00-20.00	1.08		x - 4.32
20.00-21.00	1.08		x - 3.24
21.00-22.00	1.08		x - 2.16
22.00-23.00	1.08		x - 1.08
23.00-24.00	1.08		x

- Volume minimal = x - 14,04  
Pada volume reservoir kosong, 0  
= x - 14,04  
x = 14,04  
Volume maksimum  
= x + 5,4  
Kapasitas berguna reservoir minimal  
= 14,04 + 5,4 = 19,44 m<sup>3</sup>

- Ukuran bronkaptering ditetapkan sebagai berikut :  
Panjang = 4 m  
Lebar = 3 m  
Tinggi = 2,5 m  
(dengan kapasitas mati 0,1 dan ruang udara 0,5)  
Volume bronkaptering = (4 x 3 x 2,5) m

### Desain Hidrolis Reservoir Distribusi

Pada penelitian ini, untuk zona 1 dan 2 reservoir juga berfungsi sebagai bronkaptering, sehingga air dari mata air langsung masuk di reservoir kemudian langsung dialirkan secara gravitasi ke keran umum.

Kebutuhan air di tiap zona dihitung berdasarkan nilai koefisien fluktuasi penggunaan air masyarakat manembo. Besarnya koefisien di dapat dari hasil survey. Perhitungan reservoir sebagai berikut.

#### a. Zona 1

- Penduduk zona 1 sebanyak 20% dari total jumlah penduduk dan debit kebutuhan air total sebesar 45,31 ltr/orang/hari
- 20% x 1588 orang = 318 orang  
Untuk kebutuhan air bersih = 318 x 45,31  
= 14408,58 ltr/hari  
= 14,408 m<sup>3</sup>/hari  
= 0,6 m<sup>3</sup>/jam

Tabel 4.18 Hitungan kapasitas berguna dari reservoir distribusi zona 1

Jam	Suplai Air (m <sup>3</sup> )	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> )	Volume Air di reservoir (m <sup>3</sup> )
0			x
00.00-01.00	1.08	0	x + 1.08
01.00-02.00	1.08	0	x + 2.16
02.00-03.00	1.08	0	x + 3.24
03.00-04.00	1.08	0	x + 4.32
04.00-05.00	1.08	0.6	x + 4.8
05.00-06.00	1.08	0.9	x + 4.98
06.00-07.00	1.08	1.05	x + 5.01
07.00-08.00	1.08	1.05	x + 5.04
08.00-09.00	1.08	0.9	x + 5.22
09.00-10.00	1.08	0.75	x + 5.55
10.00-11.00	1.08	0.75	x + 5.88
11.00-12.00	1.08	0.75	x + 6.21
12.00-13.00	1.08	0.75	x + 6.54
13.00-14.00	1.08	0.75	x + 6.87
14.00-15.00	1.08	0.75	x + 7.2
15.00-16.00	1.08	0.9	x + 7.38
16.00-17.00	1.08	1.2	x + 7.26
17.00-18.00	1.08	1.2	x + 7.14
18.00-19.00	1.08	0.75	x + 7.47
19.00-20.00	1.08	0.6	x + 7.95
20.00-21.00	1.08	0.3	x + 8.73
21.00-22.00	1.08	0.3	x + 9.51
22.00-23.00	1.08	0.15	x + 10.44
23.00-24.00	1.08	0	x + 11.52
Σ		14.4	

- Volume minimal = x  
Pada volume reservoir kosong,  $0 = x$   
 $x = 0$   
Volume maksimum  
 $= x + 11,52$   
Kapasitas berguna reservoir minimal  
 $= 0 + 11,52$   
 $= 11,52 \text{ m}^3$
- Ukuran reservoir ditetapkan sebagai berikut:  
Panjang = 4 m  
Lebar = 2 m  
Tinggi = 2 m  
( dengan kapasitas mati 0,1 dan ruang udara 0,4)  
Volume Reservoir =  $(4 \times 2 \times 2) \text{ m}$   
 $= 16 \text{ m}^3$

**b. Zona 2**

- Penduduk zona 2 sebanyak 50% dari total jumlah penduduk dan debit kebutuhan air total sebesar 45,31 ltr/orang/hari
- $50\% \times 1588 \text{ orang} = 794 \text{ orang}$   
Untuk kebutuhan air bersih =  $794 \times 45,31$   
 $= 35976,14 \text{ ltr/hari}$   
 $= 35,976 \text{ m}^3/\text{hari}$

Tabel 4.19 Hitungan kapasitas berguna dari reservoir distribusi zona 2

Jam	Suplai Air (m <sup>3</sup> )	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> )	Volume Air di reservoir (m <sup>3</sup> )
0			x
00.00-01.00	2.52	0	x + 2.52
01.00-02.00	2.52	0	x + 5.04
02.00-03.00	2.52	0	x + 7.56
03.00-04.00	2.52	0	x + 10.08
04.00-05.00	2.52	1.499	x + 11.101
05.00-06.00	2.52	2.2485	x + 11.3725
06.00-07.00	2.52	2.62325	x + 11.26925
07.00-08.00	2.52	2.62325	x + 11.166
08.00-09.00	2.52	2.2485	x + 11.4375
09.00-10.00	2.52	1.87375	x + 12.08375
10.00-11.00	2.52	1.87375	x + 12.73
11.00-12.00	2.52	1.87375	x + 13.37625
12.00-13.00	2.52	1.87375	x + 14.0225
13.00-14.00	2.52	1.87375	x + 14.66875
14.00-15.00	2.52	1.87375	x + 15.315
15.00-16.00	2.52	2.2485	x + 15.5865
16.00-17.00	2.52	2.998	x + 15.1085
17.00-18.00	2.52	2.998	x + 14.6305
18.00-19.00	2.52	1.87375	x + 15.27675
19.00-20.00	2.52	1.499	x + 16.29775
20.00-21.00	2.52	0.7495	x + 18.06825
21.00-22.00	2.52	0.7495	x + 19.83875
22.00-23.00	2.52	0.37475	x + 21.984
23.00-24.00	2.52	0	x + 24.504
Σ		35.976	

- Volume minimal = x  
Pada volume reservoir kosong,  $0 = x$   
 $x = 0$   
Volume maksimum  
 $= x + 24,504$

Kapasitas berguna reservoir minimal  
 $= 0 + 24,504$   
 $= 24,504 \text{ m}^3$

- Ukuran reservoir ditetapkan sebagai berikut :

Panjang = 4 m  
Lebar = 3 m  
Tinggi = 3 m  
( dengan kapasitas mati 0,1 dan ruang udara 0,3)  
Volume Reservoir =  $(4 \times 3 \times 3) \text{ m}$   
 $= 36 \text{ m}^3$

**Zona 3**

- Penduduk zona 3 sebanyak 30% dari total jumlah penduduk dan debit kebutuhan air total sebesar 45,31 ltr/orang/hari
- $30\% \times 1588 \text{ orang} = 476 \text{ orang}$   
Untuk kebutuhan air bersih =  $476 \times 45,31$   
 $= 21612,87 \text{ ltr/hari}$   
 $= 21,612 \text{ m}^3/\text{hari}$   
 $= 0,900 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Pemompaan direncanakan 6 jam dengan total debit =  $25,92 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Suplai air yang masuk tiap jam  
 $= 25,92 / 6 = 4,32 \text{ m}^3/\text{jam}$

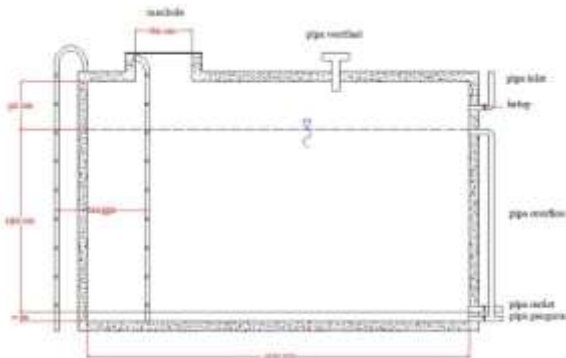
Tabel 4.20 Hitungan kapasitas berguna dari reservoir distribusi zona 3

Jam	Pemompaan (m <sup>3</sup> )	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> )	Volume Air di reservoir (m <sup>3</sup> )
0			X
00.00-01.00		0	0
01.00-02.00		0	0
02.00-03.00		0	0
03.00-04.00		0	0
04.00-05.00		0.9	x - 0.9
05.00-06.00	4.32	1.35	x + 2.07
06.00-07.00	4.32	1.575	x + 4.815
07.00-08.00	4.32	1.575	x + 7.56
08.00-09.00	4.32	1.35	x + 10.53
09.00-10.00	4.32	1.125	x + 13.725
10.00-11.00	4.32	1.125	x + 16.92
11.00-12.00		1.125	x + 15.795
12.00-13.00		1.125	x + 14.67
13.00-14.00		1.125	x + 13.545
14.00-15.00		1.125	x + 12.42
15.00-16.00		1.35	x + 11.07
16.00-17.00		1.8	x + 9.27
17.00-18.00		1.8	x + 7.47
18.00-19.00		1.125	x + 6.345
19.00-20.00		0.9	x + 5.445
20.00-21.00		0.45	x + 4.995
21.00-22.00		0.45	x + 4.545
22.00-23.00		0.225	x + 4.32
23.00-24.00		0	x + 4.32
Σ		21.6	

- Volume minimal = x - 0.9  
Pada volume reservoir kosong,  $0 = x - 0,9$   
 $x = 0,9$   
Volume maksimum  
 $= x + 16,92$

Kapasitas berguna reservoir minimal  
 $= 0,9 + 16,92$   
 $= 17,82 \text{ m}^3$

- Ukuran reservoir ditetapkan sebagai berikut:  
 Panjang = 4 m  
 Lebar = 3 m  
 Tinggi = 2,5 m  
 ( dengan kapasitas mati 0,1 dan ruang udara 0,5)  
 Volume Reservoir =  $(4 \times 3 \times 2,5) \text{ m}^3$   
 $= 30 \text{ m}^3$



Gambar 4.6 Reservoir zona 3

Perlengkapan reservoir terdiri dari :

- Pipa inlet
- Pipa outlet
- Pipa overflow
- Pipa penguras
- Pipa ventilasi
- Manhole berukuran 60 x 60 cm
- Katup

### Pompa dan Pipa Transmisi

Pada penelitian ini, pompa digunakan pada zona 3 untuk menaikkan air dari bronkaptering ke reservoir distribusi. Jenis pompa yang digunakan adalah pompa centrifugal. Berikut adalah perhitungan kapasitas pompa yang akan digunakan.

Suplai air dari mata air =  $0,3 \text{ l/dtk} = 25920 \text{ l/hari}$

Waktu pemompaan ke reservoir = 6 jam = 21600 detik

Maka debit yang dipompa =  $25920/21600$   
 $= 1,2 \text{ liter/detik}$

Debit yang akan dialirkan ke reservoir distribusi sebesar 1,2 liter/detik dalam waktu pemompaan selama 6 jam. Jadi kapasitas pompa yang akan digunakan dengan kapasitas pemompaan 1,2 liter/detik dengan menggunakan pipa transmisi ukuran 2". Berikut adalah perhitungan head pompa centrifugal:

a. Suction head

- Beda Tinggi ( $\Delta H$ ) = 3,4 m

(antara ujung pipa outlet di bronkaptering dan pompa) Panjang Pipa (L) = 4,4 m

(dari ujung pipa outlet di bak penampung ke pompa)

- Debit (Q) = 1,2 liter/detik =  $0,0012 \text{ m}^3/\text{detik}$
  - Diameter (D) = 2" = 0,0504 m
  - Koefisien Hazen William ( $C_{hw}$ ) = 150
- Maka nilai  $H_f$  :

$$H_f = \frac{10.67 \times 5,4 \times 0,0012^{1,852}}{150^{1,852} \times 0,0504^{4,8704}} = 0,04 \text{ m}$$

Kebutuhan suction head =  $\Delta H + H_f$   
 $= 3,4 + 0,04 = 3,44$

b. Discharge head

- Beda Tinggi ( $\Delta H$ ) = 17 m  
 (beda tinggi antara pompa dan ujung pipa yang keluar air di Reservoir)
  - Panjang Pipa (L) = 84,2 m  
 (dari pompa ke ujung pipa inlet di reservoir)
  - Debit (Q) = 1,2 liter/detik =  $0,0012 \text{ m}^3/\text{detik}$
  - Diameter (D) = 2 = 0,0504 m
  - Koefisien Hazen William ( $C_{hw}$ ) = 150
- Maka nilai  $H_f$  :

$$H_f = \frac{10.67 \times 84,2 \times 0,0012^{1,852}}{150^{1,852} \times 0,0504^{4,8704}} = 0,68 \text{ m}$$

Kebutuhan discharge head =  $\Delta H + H_f$   
 $= 17 + 0,68$   
 $= 17,68 \text{ m}$

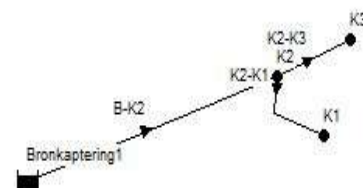
c. Akibat belokan diabaikan karena memiliki pengaruh yang sangat kecil.

d. Total Head =  $H_{section} + H_{discharge}$   
 $= (3,44 + 17,68)$   
 $= 21,12 \text{ m}$

### Sistem Jaringan Pipa Menggunakan Software Epanet 2.0

Untuk perhitungan jaringan distribusi air bersih menggunakan software Epanet 2.0.

Hasil analisis perhitungan sistem jaringan pipa Desa Manembo adalah sebagai berikut :



Gambar 4.7 Perencanaan jaringan zona 1

Tabel 4.21 Node parameter jaringan zona 1

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc K2	710	0.05	775.23	13.23
Junc K3	750	0.05	773.07	23.07
Junc K1	755	0.05	773.42	18.42
Pesri Bronkapring1	777	HN/A	777.00	0.00

Tabel 4.22 Link parameter jaringan zona 1

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe K2	30.28	25.4	150	0.15	0.30	4.85
Pipe K241	37.284	12.7	150	0.05	0.39	18.57
Pipe K243	115.867	12.7	150	0.05	0.39	18.57

Untuk membuktikan kesesuaian perhitungan dengan menggunakan Epanet, dibawah ini adalah perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa ( $v$ ) dan headloss ( $H_f$ ) pada pipa distribusi (dari hidran umum 2 ke hidran umum 3) dan akan dibandingkan dengan perhitungan Epanet.

$$L = 115,867 \text{ m} = 0,115867 \text{ km}$$

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

$$Q = 0,00005 \text{ m}^3/\text{detk}$$

$$C_{hw} = 150$$

- Hitung Luas (A)

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

- Hitung headloss ( $H_f$ )

$$H_f = \frac{10.67 \times Q^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} \times D^{4.87}} \times L$$

$$= \frac{10.67 \times 0,00005^{1.852}}{150^{1.852} \times 0,0127^{4.8704}} \times 115,867$$

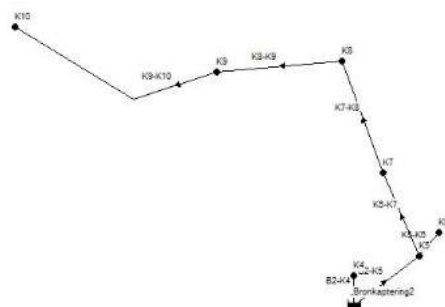
$$= 2,12475 \text{ m}$$

$$\text{Headloss (Hf) per km} = \frac{2,12475 \text{ m}}{0,115867 \text{ km}} = 18,5 \text{ m/km}$$

- Hitung kecepatan aliran  
 $V = Q / A$   
 $= 0,00005 / 0,00013$   
 $= 0,39 \text{ m/det}$

Dari analisa diatas, dapat dibandingkan hasil perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa ( $v$ ) dan headloss ( $H_f$ ) dengan menggunakan analisis software Epanet 2.0 dan perhitungan manual,memiliki hasil perhitungan yang sama.

## ZONA 2



Gambar 4.8 Perencanaan jaringan zona 2

Tabel 4.23 Node Parameter jaringan zona 2

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc K4	747	0.05	749.34	2.34
Junc K5	749	0.05	749.94	0.94
Junc K6	747	0.05	749.28	2.28
Junc K7	735	0.05	749.07	14.07
Junc K8	725	0.05	748.42	19.42
Junc K9	733	0.05	748.12	15.12
Junc K10	729	0.05	743.25	14.25
Pesri Bronkapring2	750	HN/A	750.00	0.00

Tabel 4.24 Link Parameter jaringan zona 2

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe B2-HU4	115.867	12.7	150	0.05	0.39	18.57
Pipe B2-HU5	95.141	50.8	150	0.30	0.15	0.68
Pipe HU5-HU6	35.546	12.7	150	0.05	0.39	18.57
Pipe HU5-HU7	108.89	25.4	150	0.25	0.38	0.27
Pipe HU7-HU8	133.285	25.4	150	0.15	0.38	4.85
Pipe HU8-HU9	262.288	12.7	150	0.05	0.39	18.57
Pipe HU8-HU5	131.19	25.4	150	0.15	0.28	2.28

Untuk membuktikan kesesuaian perhitungan dengan menggunakan Epanet, dibawah ini adalah perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa ( $v$ ) dan headloss ( $H_f$ ) pada pipa distribusi (dari keran 5 ke keran 6) dan akan dibandingkan dengan perhitungan Epanet.

$$L = 35,546 \text{ m} = 0,035546 \text{ km}$$

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

$$Q = 0,00005 \text{ m}^3/\text{detk}$$

$$C_{hw} = 150$$

- Hitung Luas (A)

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

- Hitung headloss ( $H_f$ )

$$H_f = \frac{10.67 \times Q^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} \times D^{4.87}} \times L$$

$$= \frac{10.67 \times 0,00005^{1.852}}{150^{1.852} \times 0,0127^{4.8704}} \times 35,546$$

$$= 0,65736 \text{ m}$$

$$\text{Headloss (Hf) per km} = \frac{0,65736 \text{ m}}{0,035546 \text{ km}} = 18,5 \text{ m/km}$$

- Hitung kecepatan aliran

$$V = Q / A$$

$$= 0,00005 / 0,00013$$

$$= 0,39 \text{ m/det}$$

perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa ( $v$ ) dan headloss ( $H_f$ ) pada pipa distribusi (dari keran 9 ke keran 10) dan akan dibandingkan dengan perhitungan Epanet.

$$L = 262,288 \text{ m} = 0,262 \text{ km}$$

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

$$Q = 0,00005 \text{ m}^3/\text{detk}$$

$$C_{hw} = 150$$

- Hitung Luas (A)

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

- Hitung kecepatan aliran



$$V = Q / A$$

$$= 0,00005 / 0,00013 = 0,39 \text{ m/det}$$

- Hitung *headloss* ( $H_f$ )

$$H_f = \frac{10.67 \times Q^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} \times D^{4.87}} \times L$$

$$= \frac{10.67 \times 0,00005^{1.852}}{150^{1.852} \times 0,01274^{4.8704}} \times 262,288$$

$$= 4,85054 \text{ m}$$

Akibat belokkan 45° dengan nilai  $k = 0,2$

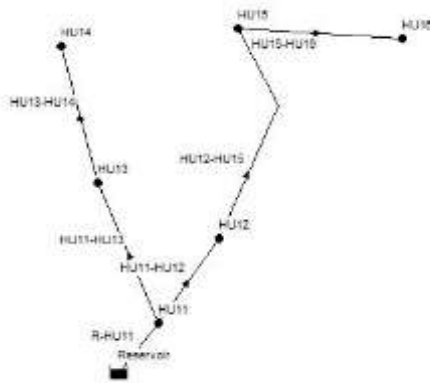
$$H_f = k \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,2 \frac{0,39^2}{2 \cdot 9,81} = 0,001$$

Total  $H_f = 4,85054 + 0,001 = 4,85154 \text{ m}$

$$\text{Headloss } (H_f) \text{ per km} = \frac{4,85154 \text{ m}}{0,262 \text{ km}} = 18,5 \text{ m/km}$$

Dari analisis diatas, dapat dibandingkan hasil perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa ( $v$ ) dan *headloss* ( $H_f$ ) dengan menggunakan analisis software Epanet 2.0 dan perhitungan manual, memiliki hasil perhitungan yang sama.

### ZONA 3



Gambar 4.9 Perencanaan jaringan zona 3

Tabel 4.25 Node Parameter jaringan zona 3

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc K11	751	0.05	755.93	5.93
Junc K13	742	0.05	755.62	13.62
Junc K14	731	0.05	753.28	22.28
Junc K15	729	0.05	755.02	26.02
Junc K12	744	0.05	755.48	11.48
Junc K16	728	0.05	752.58	24.58
Reser Reservoir	756	N/A	756.00	0.00

Tabel 4.26 Link Parameter jaringan zona 3

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/m
Pipe K11	10.110	50.8	150	0.38	0.15	0.60
Pipe K11-K13	136.39	25.4	150	0.18	0.20	2.29
Pipe K13-K14	126.133	12.7	150	0.08	0.38	18.57
Pipe K11-K12	93.574	25.4	150	0.15	0.30	4.85
Pipe K12-K15	200.049	25.4	150	0.18	0.20	2.29
Pipe K15-K16	138.25	12.7	150	0.08	0.38	18.57

Untuk membuktikan kesesuaian perhitungan dengan menggunakan Epanet, dibawah ini adalah perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa ( $v$ ) dan *headloss* ( $H_f$ ) pada pipa distribusi (dari keran 13 ke keran 14) dan akan dibandingkan dengan perhitungan Epanet.

$$L = 126,133 \text{ m} = 0,126133 \text{ km}$$

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

$$Q = 0,00005 \text{ m}^3/\text{dk}$$

$$C_{hw} = 150$$

- Hitung Luas (A)

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

- Hitung *headloss* ( $H_f$ )

$$H_f = \frac{10.67 \times Q^{1.852}}{C_{HW}^{1.852} \times D^{4.87}} \times L$$

$$= \frac{10.67 \times 0,00005^{1.852}}{150^{1.852} \times 0,01274^{4.8704}} \times 126,133$$

$$= 2,3326 \text{ m}$$

$$\text{Headloss } (H_f) \text{ per km} = \frac{2,3326 \text{ m}}{0,126133 \text{ km}} = 18,5 \text{ m/km}$$

- Hitung kecepatan aliran

$$V = Q / A$$

$$= 0,00005 / 0,00013$$

$$= 0,39 \text{ m/det}$$

Dari analisa diatas, dapat dibandingkan hasil perhitungan kecepatan pengaliran dalam pipa ( $v$ ) dan *headloss* ( $H_f$ ) dengan menggunakan analisis software Epanet 2.0 dan perhitungan manual, memiliki hasil perhitungan yang sama.

### Pembahasan

- Proyeksi pertumbuhan penduduk untuk 10 tahun kedepan di hitung menggunakan 3 metode regresi, yaitu metode regresi linier, regresi logaritma dan regresi eksponensial. Namun berdasarkan hasil analisa, trend regresi terbaik dengan  $r^2$  terbesar dan Se terkecil adalah analisa regresi eksponensial dengan jumlah penduduk pada tahun 2024 mencapai 1588 orang.
- Jumlah air bersih yang dibutuhkan baik kebutuhan air domestik, non-domestik dan kehilangan pada 10 tahun mendatang adalah 0,8327 ltr/det atau 45,31 ltr/orang/hari.
- Untuk sistem penyediaan air bersih, menggunakan keran umum. Dengan 16 keran untuk jumlah penduduk 1588 jiwa dan

- kebutuhan debit tiap hidran sebesar 0,05 ltr/detik.
- Dalam perencanaan sistem jaringan air bersih di Desa Manembo, untuk tipe pengalirannya di bagi menjadi 3 zona, zona 1 dan 2 menggunakan tipe pengaliran gravitasi (*gravity system*) dan zona 3 menggunakan tipe pengaliran (*dual system*)
  - Unit transmisi yaitu terdiri dari :
    - a) Bronkaptering direncanakan dengan fungsi menangkap serta mengumpulkan air pada mata air. Bronkaptering ini berada di zona 3. Ukuran bronkaptering yakni (4 x 3 x 2,5) m
    - b) Untuk menaikkan air dari bronkaptering mata air 3 ke reservoir distribusi, menggunakan pompa sentrifugal Sanyo PW H137 dengan kapasitas 33 l/menit dan Sanyo PD H600 dengan kapasitas 46 l/menit. Pompa ini akan memompa debit sebesar 25,92 m<sup>3</sup> selama 6 jam.
    - c) Diameter pipa transmisi 2"
  - Unit distribusi yaitu terdiri dari :
    - a) Reservoir distribusi
      - Ukuran reservoir zona 1 (4x2x2) m.
      - Ukuran reservoir zona 2 (4x3x3) m.
      - Ukuran reservoir zona 3 (4x3x 2,5) m
    - b) Perhitungan sistem distribusi menggunakan program Epanet 2.0. Dari analisa menggunakan *Epanet 2.0* ini bisa dilihat bahwa air dapat dialirkan keseluruh keran pada daerah layanan. Diameter pipa sambungan keran yang digunakan 1/2", 1", dan 2".
  - Sistem penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih sebesar 45,31 ltr/orang/hari adalah sebagai berikut :
    - a. Sumber air baku yang digunakan adalah 3 mata air yang ada di Desa Manembo.
    - b. Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bronkaptering dengan ukuran (4 x 3 x 2,5) m.
    - c. Untuk menaikkan air dari bronkaptering mata air 3 ke reservoir distribusi, menggunakan pompa sentrifugal Sanyo PW H137 dengan kapasitas 33 l/menit dan Sanyo PD H600 dengan kapasitas 46 l/menit. Pompa ini akan memompa debit sebesar 25,92 m<sup>3</sup> selama 6 jam.
    - d. Reservoir distribusi berada di tiap zona dengan ukuran (4 x 2 x 2) m untuk zona 1, ukuran (4 x 3 x 3)m untuk zona 2, dan ukuran (4 x 3 x 2,5) m.
    - e. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 16 buah keran umum yang tersebar di Desa Manembo dengan menggunakan pipa berdiameter 1/2", 1", dan 2".

#### Saran

Perlu dilakukan pemeliharaan terhadap daerah disekitar mata air, seperti penghijauan agar di masa yang akan datang debit dari mata air tidak mengalami penurunan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Kebutuhan air bersih Desa Manembo pada tahun 2024 sebesar 45,31 l/orang/hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Irianto, 2004, *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi dan Pengembangan*, Jakarta: Penerbit Prenada Media,
- Anonimous, 2010, *Buku Manual Program Epanet*, <http://darmadi18.files.wordpress.com/2010/11/buku-manual-program-epanetversibahasaindonesia.pdf>
- Anonimous, 1990. Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen PU. Jakarta
- Anonimous, 2002, Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual, Air Minum Pedesaan, Edisi Pertama, NSPM Kimpraswil. Jakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Nelwan Fenny, 2013, *Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kimabajo Kecamatan Wori*, skripsi.
- Radiana Triatmadja, 2007, *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipa*, Yogyakarta
- Robert J. Kodoatie, 2009, *Hidrolika Terapan*, Yogyakarta.
- Robert J. Kodoatie, 2008, *Pengelolaan Sumber Air Terpadu*, Andi Offset, Yogyakarta
- Tanudjaja, L., 2011, *Rekayasa Lingkungan*, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.