



Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih Di Desa Winorangian Satu Kecamatan Tombatu Utara Kabupaten Minahasa Tenggara

Gracia K. Manoppo^{#a}, Tiny Mananoma^{#b}, Jeffrey S. F. Sumarauw^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^amanoppokeysia@gmail.com, ^btmananoma@yahoo.com, ^cjeffrysumarauw@unsrat.ac.id

Abstrak

Desa Winorangian Satu memanfaatkan mata air di Area Kuala Mati Gunung Soputan yang terletak ± 5 km dari pemukiman. Air bersih yang ada di desa Winorangian Satu masih belum tersalurkan secara merata dikarenakan sistem jaringan perpipaannya belum tertata dengan baik. Untuk itu perlu adanya pengembangan sistem jaringan air bersih di desa Winorangian Satu. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data primer dan sekunder untuk menganalisis ketersediaan dan kebutuhan air bersih. Untuk menganalisis ketersediaan air bersih dilakukan pengukuran langsung debit mata air sebesar 7,24 liter/detik. Kebutuhan air bersih diproyeksi dengan analisis regresi linier. Pertumbuhan penduduk hingga tahun 2042 mencapai 1043 jiwa, dengan kebutuhan air harian maksimum 0,962 liter/detik. Sistem perpipaan menggunakan rumus persamaan Hazen-Williams dan *software Epanet 2.2* dengan menggunakan pipa jenis HDPE. Dalam perencanaan ini untuk menangkap air dari mata air menggunakan Bronkaptering kemudian air dialirkan melalui pipa distribusi ke Bak Pelepas Tekan (BPT), kemudian di alirkan lagi ke Reservoir (Bak Penampung), dan yang terakhir air dialirkan dari Reservoir ke Hidran Umum (HU) pertama sampai Hidran Umum terakhir. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Winorangian Satu sampai tahun 2042, dibutuhkan 11 Hidran Umum.

Kata kunci: pengembangan, air bersih, Desa Winorangian Satu

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Desa Winorangian Satu berada di Kecamatan Tombatu Utara Kabupaten Minahasa Tenggara. Desa ini memanfaatkan satu sumber mata air yaitu mata air yang berada di area Kuala Mati Gunung Soputan berjarak ± 5 km dari daerah pemukiman. Pengelolaan air bersih di desa Winorangian Satu dikelola oleh pemerintah desa dan PAMSIMAS (Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat).

Meskipun di desa tersebut memiliki sumber air, namun masih ada kendala dalam sistem jaringan air bersih dikarenakan jaringan perpipaan belum tertata dengan baik yang mengakibatkan air bersih tidak tersalurkan secara menyeluruh dan merata. Dengan demikian untuk memenuhi kebutuhan air bersih dalam menunjang aktivitas masyarakat, maka dibutuhkan pengembangan sistem jaringan air bersih di desa Winorangian Satu.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, dapat disimpulkan bahwa sistem penyediaan air bersih yang ada belum dapat memenuhi kebutuhan air bersih secara menyeluruh dan merata untuk penduduk di desa Winorangian Satu, sehingga perlu adanya pengembangan sistem

penyediaan air bersih.

1.3. Batasan Masalah

1. Analisis kebutuhan air bersih di desa Winorangian Satu untuk 20 tahun kedepan.
2. Sistem pelayanan air bersih hanya sebatas Hidran Umum (HU).
3. Perhitungan konstruksi bangunan tidak diperhitungkan.
4. Analisis sistem pengolahan air bersih tidak direncanakan.
5. Analisis dan perencanaan sistem perpipaan menggunakan program EPANET.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem penyediaan air bersih di desa Winorangian Satu, agar supaya dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk masyarakat.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menjadi bahan masukan untuk pemerintah setempat, untuk meningkatkan sistem jaringan air bersih agar masyarakat di desa Winorangian Satu bisa mendapatkan suplai air bersih tanpa ada gangguan atau hambatan untuk kebutuhan sehari-hari.

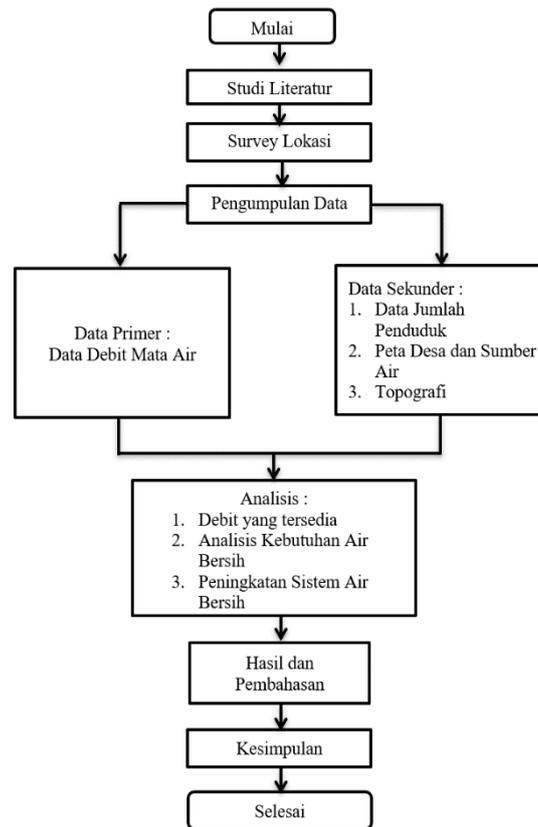
2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber; Google Earth, 2023)

2.2. Bagan Air Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. Pengertian Air Bersih

Dwijosaputro (1981) menjelaskan bahwa air bersih adalah air sehat yang dipergunakan untuk kegiatan manusia sehari-hari dan harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit dan bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air tersebut.

- Kebutuhan Air Domestik
- Kebutuhan Air Non Domestik

3.2. Kebutuhan Air Total

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

3.3. Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter.

3.4. Sistem Jaringan Air Bersih

Sistem jaringan air bersih adalah suatu sistem untuk menyalurkan air bersih yang berawal dari pengambilan air baku, hingga sampai dipelanggan sebagai air bersih yang memenuhi standar air bersih.

3.5. *Pertumbuhan Jumlah Penduduk*

Jumlah penduduk di suatu daerah akan selalu mengalami pertumbuhan dari waktu ke waktu. Pertumbuhan ini sangat bergantung pada beberapa faktor seperti kelahiran, kematian, imigrasi, urbanisasi serta perluasan kota. Analisis pertumbuhan jumlah penduduk dilakukan dengan 3 model analisis, yaitu:

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

3.6. *Program Epanet*

Epanet adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidraulis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir didalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir. Epanet menajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia di pipa.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. *Ketersediaan Air Bersih*

Dari hasil survey sumber mata air Area Kuala Mati Gunung Soputan, diperoleh debit mata air sebesar 7,25 l/det. Pengukuran debit mata air dilakukan secara langsung dari lokasi sumber mata air.

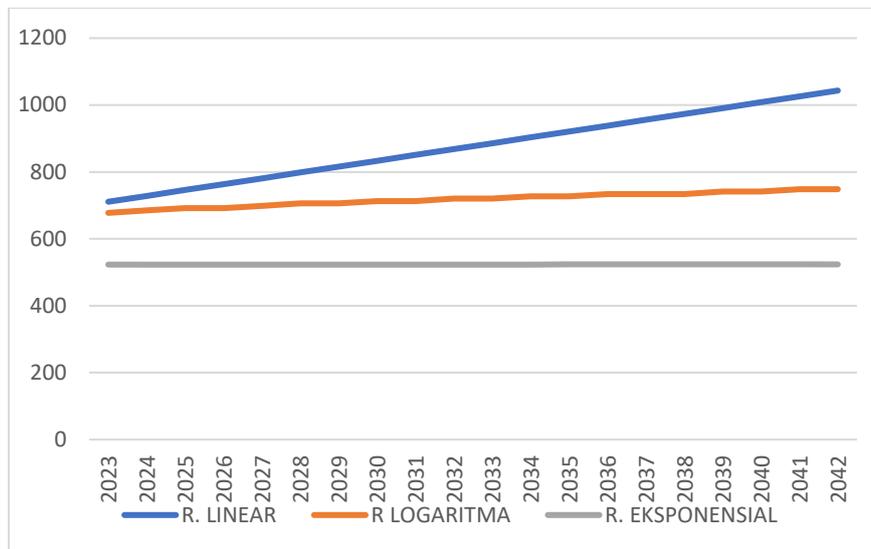
4.1.1 *Proyeksi Pertumbuhan Penduduk*

Tabel 1. Data Jumlah Penduduk Desa Winorangian Satu

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2013	528
2	2014	551
3	2015	573
4	2016	597
5	2017	608
6	2018	622
7	2019	645
8	2020	664
9	2021	679
10	2022	681

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

4.1.2 *Rekapitulasi Proyeksi Pertumbuhan Penduduk*



Gambar 3. Grafik Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Dari ketiga analisis tersebut juga didapatkan nilai korelasi yang berbeda-beda setiap metodenya, yang kemudian akan menentukan analisis yang akan digunakan dalam menghitung kebutuhan air.

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi

No	Metode Analisis Regresi	Koefisien Korelasi (r)	Koefisien Determinasi (r ²)	Se
1	Linier	0,992861888	0,985774728	6,74739007
2	Logaritma	0,971092669	0,943020972	13,5040191
3	Eksponensial	0,989463857	0,979038724	8,4668872

Sesuai syarat korelasi bahwa $-1 \leq r \leq 1$, maka digunakan metode Analisa Regresi Linear. Dengan nilai $r = 0,992861888$ yang berarti satu sangat kuat, dan nilai $Se = 6,74739007$ yang memiliki nilai paling rendah dari Se dua metode yang lainnya.

4.1.3 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik merupakan kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga. Layanan air bersih bagi masyarakat desa Winorangian Satu ialah melalui Hidran Umum. Kebutuhan air domestik diambil 60 liter/orang/hari.

Tabel 3. Kebutuhan Air Domestik Desa Winorangian Satu

Tahun	Jumlah Penduduk	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)
2023	711	0,4938
2024	728	0,5059
2025	746	0,5180
2026	763	0,5302
2027	781	0,5423
2028	798	0,5545
2029	816	0,5666
2030	833	0,5788
2031	851	0,5909
2032	868	0,6031
2033	886	0,6152
2034	903	0,6274

Tahun	Jumlah Penduduk	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)
2035	921	0,6395
2036	938	0,6517
2037	956	0,6638
2038	973	0,6759
2039	991	0,6881
2040	1008	0,7002
2041	1026	0,7124
2042	1043	0,7245

4.1.4 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik merupakan kebutuhan air bersih untuk fasilitas umum, berupa tempat ibadah, kesehatan serta kepentingan komersial seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lain-lain.

Tabel 4. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Winorangan Satu

Tahun	Jumlah Penduduk	Debit Kebutuhan Non Domestik
2023	711	0,0247
2024	728	0,0253
2025	746	0,0259
2026	763	0,0265
2027	781	0,0271
2028	798	0,0277
2029	816	0,0283
2030	833	0,0289
2031	851	0,0295
2032	868	0,0302
2033	886	0,0308
2034	903	0,0314
2035	921	0,0320
2036	938	0,0326
2037	956	0,0332
2038	973	0,0338
2039	991	0,0344
2040	1008	0,0350
2041	1026	0,0356
2042	1043	0,0362

4.1.5 Kehilangan Air

Kehilangan air umumnya disebabkan dengan adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta adanya kesalahan dalam pembacaan meter.

Tabel 5. Kehilangan Air Desa Winorangan Satu

Tahun	Jumlah Penduduk	Kehilangan Air (Qa)
2023	711	0,0778
2024	728	0,0797
2025	746	0,0816
2026	763	0,0835
2027	781	0,0854
2028	798	0,0873

Tahun	Jumlah Penduduk	Kehilangan Air (Qa)
2029	816	0,0892
2030	833	0,0912
2031	851	0,0931
2032	868	0,0950
2033	886	0,0969
2034	903	0,0988
2035	921	0,1007
2036	938	0,1026
2037	956	0,1045
2038	973	0,1065
2039	991	0,1084
2040	1008	0,1103
2041	1026	0,1122
2042	1043	0,1141

4.1.6 Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total dari kebutuhan air domestik, non domestik ditambah dengan kehilangan air.

Tabel 6. Kebutuhan Air Total Desa Winorangian Satu

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Total (Qa)
2023	711	0,5962
2024	728	0,6109
2025	746	0,6255
2026	763	0,6402
2027	781	0,6549
2028	798	0,6695
2029	816	0,6842
2030	833	0,6989
2031	851	0,7135
2032	868	0,7282
2033	886	0,7429
2034	903	0,7575
2035	921	0,7722
2036	938	0,7869
2037	956	0,8015
2038	973	0,8162
2039	991	0,8309
2040	1008	0,8455
2041	1026	0,8602
2042	1043	0,8749

4.1.7 Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum dihitung dengan berdasarkan kebutuhan air total dikali dengan faktor pengali yaitu 1.1. kebutuhan airjam puncak merupakan air pada jam-jam yang tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan air akan memuncak.

Tabel 7. Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)	Kebutuhan air total Qt	Kebutuhan air harian maksimum (Liter/Detik) $Q_m = 1,1 \times Q_t$	Kebutuhan air jam puncak (Liter/Detik) $Q_p = 1,2 \times Q_t$
X	Y	Qt	$Q_m = 1,1 \times Q_t$	$Q_p = 1,2 \times Q_t$
2023	711	0,5962	0,656	0,715
2024	728	0,6109	0,672	0,733
2025	746	0,6255	0,688	0,751
2026	763	0,6402	0,704	0,768

Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)	Kebutuhan air total	Kebutuhan air harian maksimum (Liter/Detik)	Kebutuhan air jam puncak (Liter/Detik)
X	Y	Qt	Qm = 1,1 x Qt	Qp = 1,2 x Qt
2027	781	0,6549	0,720	0,786
2028	798	0,6695	0,736	0,803
2029	816	0,6842	0,753	0,821
2030	833	0,6989	0,769	0,839
2031	851	0,7135	0,785	0,856
2032	868	0,7282	0,801	0,874
2033	886	0,7429	0,817	0,891
2034	903	0,7575	0,833	0,909
2035	921	0,7722	0,849	0,927
2036	938	0,7869	0,866	0,944
2037	956	0,8015	0,882	0,962
2038	973	0,8162	0,898	0,979
2039	991	0,8309	0,914	0,997
2040	1008	0,8455	0,930	1,015
2041	1026	0,8602	0,946	1,032
2042	1043	0,8749	0,962	1,050

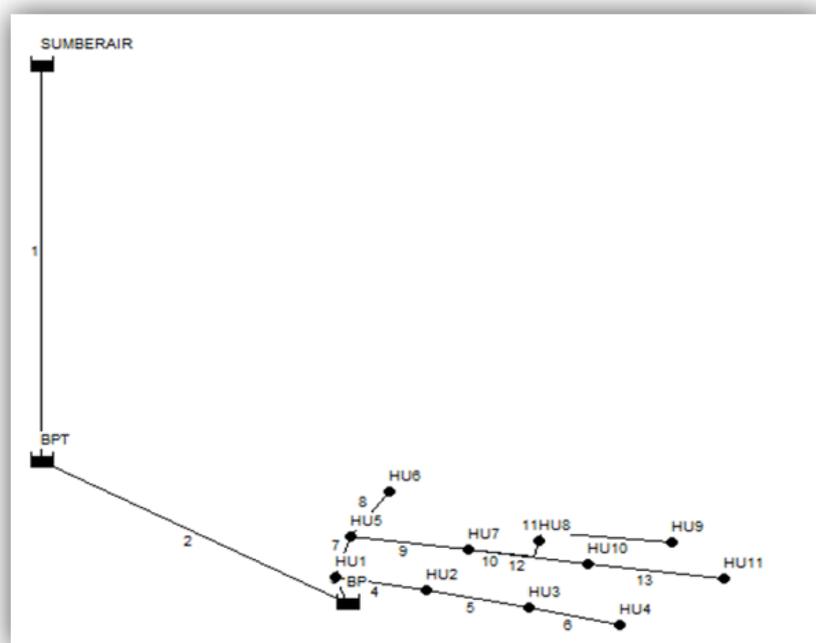
4.2. Sistem Penyediaan Air Bersih

4.2.1 Sistem Plan Penyediaan Air Bersih

Rencana sistem penyediaan air bersih di Desa Winorangian Satu yang bersumber dari mata air adalah sebagai berikut:

- Bronkaptering dari Mata Air
- Pipa Transmisi Air Baku dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan (BPT)
- Pipa Transmisi Air Baku dari BPT ke Reservoir Penampung
- Reservoir Distribusi untuk menampung air bersih dari Mata Air
- Pipa Distribusi dari Reservoir ke daerah Pelayanan/Konsumen (Hidran Umum)

4.2.2 Sistem Plan Penyediaan Air Bersih



Gambar 4. Sistem Plan Program Epanet 2.0

4.2.3 Sistem Pengambilan Air Baku

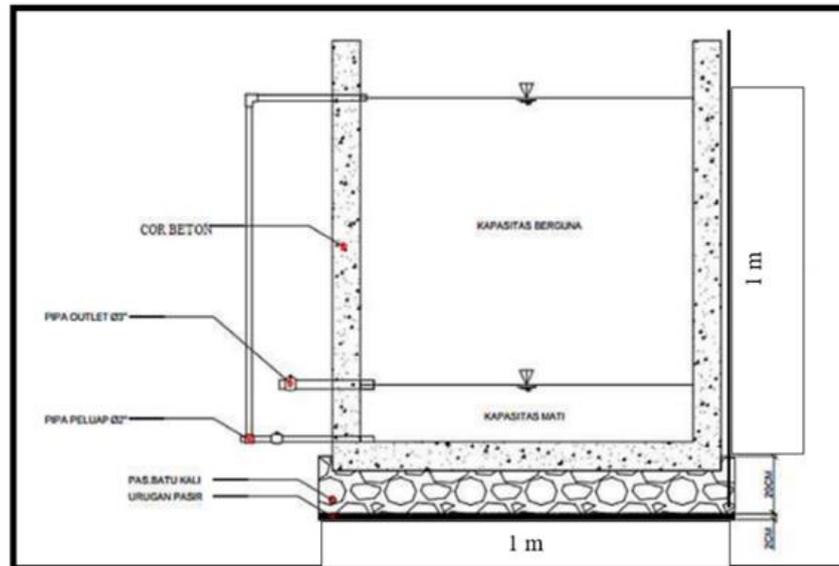
Pada perencanaan ini, bangunan pengambilan air baku atau bronkaptering yang akan digunakan ialah bronkaptering dari mata air yang memiliki debit 7,55 liter/detik, yang terletak pada jarak ± 5 km dari desa Winorangian Satu, dengan elevasi +452 m dari permukaan laut. Dimensi Bronkaptering adalah sebagai berikut:

Panjang : 1,5 meter

Lebar : 1 meter

Tinggi : 1 meter

Volume bak pengambilan air = 1,5 × 1 × 1 = 1,5 m³



Gambar 5. Desain Bronkaptering

- Desain Pipa Transmisi dari Bronkaptering Ke Bak Penampung

$h_1 = 452$ (Elevasi muka air di dalam Bronkaptering)

$h_2 = 384$ (Elevasi ujung pipa keluaranya air Reservoir)

$h = 452 \text{ m} - 384 \text{ m} = 68 \text{ m}$

$Q = 7,24 \text{ liter/detik} = 0,00724 \text{ m}^3/\text{detik}$

$D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$

$L = 3805 \text{ m}$

$Chw = 130$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,00724^{1,852}}{130^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 3805$$

$h_f = 1,078 \text{ m}$

Kontrol : $h_f = 1,078 \text{ m} \dots\dots\dots h_f < h$ (OK)

$1,078 \text{ m} < 68 \text{ m}$ (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h}{L} = \frac{68}{3805} = 0,0178$$

$$V = 0,3545 \times 130 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0178^{0,54}$$

$V = 0,8 \text{ m/det}$

- Pipa Transmisi dari Reservoir ke Hidran Umum Pertama

Perencanaan hidran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Winorangian Satu dengan menggunakan kriteria/standar perencanaan sistem air bersih pedesaan,

dengan jumlah hidran umum adalah 100 orang/ unit.

Jumlah penduduk : 1043 jiwa (2042-Analisis Regrensi Linear)

Jumlah hidran : $1043/100 = 10,43 = 11$ hidran (agar distribusi lebih merata)

Dimensi Reservoir/ Bak Penampung :

Panjang = 6 meter

Lebar = 4 meter

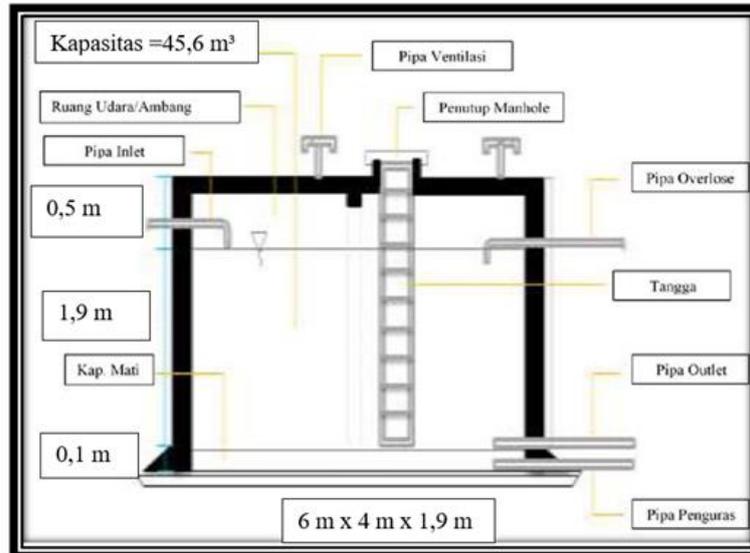
Tinggi kapasitas berguna = 1,9 meter

Tinggi ruang udara/ambang = 0,5 meter

Tinggi kapasitas mati = 0,1 meter

Tinggi reservoir = 2,5 meter

Volume Reservoir/ Bak Penampung = $6 \times 4 \times 1,9 = 45,6 \text{ m}^3$



Gambar 6. Desain Reservoir

$h_1 = 384$ (Elevasi muka air terendah di Bak Penampung)

$h_2 = 382$ (Elevasi ujung pipa keluaranya hidran umum pertama)

$h = 384 \text{ m} - 382 \text{ m} = 2 \text{ m}$

$Q = 7,24 \text{ liter/detik} = 0,00724 \text{ m}^3/\text{detik}$

$D = 6 \text{ inch} = 0,152 \text{ m}$

$L = 37 \text{ m}$

$Chw = 130$

$S = \frac{h}{L} = \frac{2}{37} = 0,054$

Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,00724^{1,852}}{130^{1,852} \times 0,152^{4,8704}} \times 37$$

$$h_f = 0,050 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 0,050 \text{ m} \dots\dots\dots h_f < h$ (OK)

$0,050 \text{ m} < 2 \text{ m}$ (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{h}{L} = \frac{2}{37} = 0,054$$

$$V = 0,3545 \times 130 \times 0,152^{0,63} \times 0,054^{0,54}$$

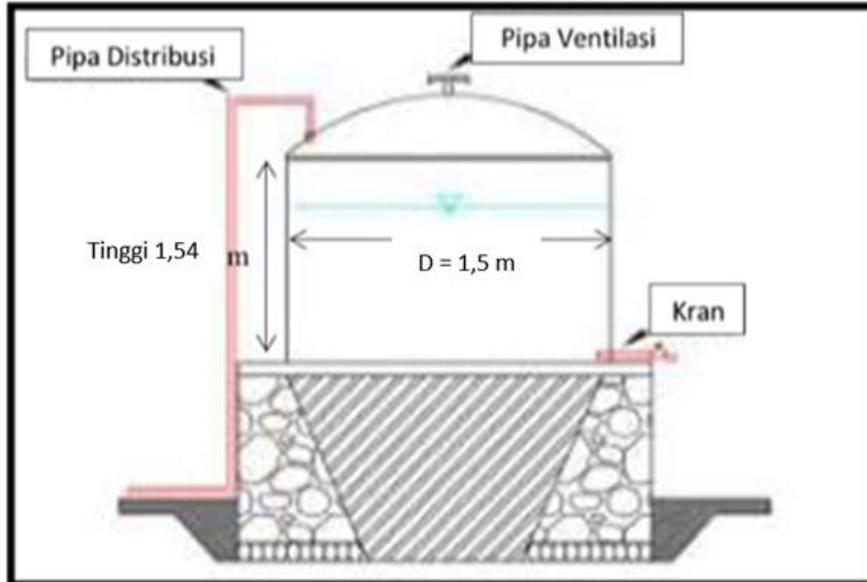
$$V = 2,908 \text{ m/det}$$

- Pipa Distribusi dari titik hidran umum pertama ke hidran umum terakhir

Direncanakan hidran umum dengan dimensi :

Diameter = 1,5 meter $r = 0,75$ meter

Tinggi = 1,54 meter
 $\pi = 3,14$
 Volume hidran umum = $\pi r^2 \times t$
 $= 3,14 \times (0,75 \times 0,75) \times 1,54$
 $= 3,14 \times 0,5652 \times 1,54$
 $= 1,77 \times 1,54 = 2,72 \text{ m}^3$



Gambar 7. Hidran Umum

$h_1 = 382$ (Elevasi muka air terendah titik hidran umum pertama/tertinggi)
 $h_2 = 367$ (Elevasi ujung pipa keluarannya titik hidran terakhir/terendah)
 $h = 382 \text{ m} - 367 \text{ m} = 15 \text{ m}$
 $Q = 7,24 \text{ liter/detik} = 0,00724 \text{ m}^3/\text{detik}$
 $D = 2 \text{ inch} = 0,0508 \text{ m}$
 $L = 494,6 \text{ m}$
 $C_{hw} = 130$
 $S = \frac{h}{L} = \frac{15}{494,6} = 0,0303$
 Mengalami kehilangan head :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,00724^{1,852}}{130^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 494,6$$
 $h_f = 14 \text{ m}$
 Kontrol : $h_f = 14 \text{ m} \dots\dots\dots h_f < h$ (OK)
 $14\text{m} < 15 \text{ m}$ (OK)
 Menghitung Kecepatan Aliran
 $V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$
 $S = \frac{h}{L} = \frac{15}{494,6} = 0,0303$
 $V = 0,3545 \times 130 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0303^{0,54}$
 $V = 1,067 \text{ m/det}$

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengembangan sistem jaringan air bersih di desa Winorangian Satu Kecamatan Tombatu Utara Kabupaten Minahasa Tenggara, memanfaatkan mata air dengan debit sesaat 7,24 liter/detik. Debit sesaat mata air ini mampu melayani kebutuhan air bersih Desa Winorangian Satu sampai pada tahun 2042 dengan total kebutuhan 0,962 liter/detik.
2. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah analisis regresi linear karena memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,992 dan *standart error (Se)* terkecil yaitu 6.747.
3. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi dengan melalui 11 Hidran Umum.

Referensi

- Anonim. 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan. No. 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta.
- Anonim. 2005. *Peraturan Pemerintah. No. 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta
- Bambang Triatmodjo, 1996, *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta
- Anonim. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.
- Iroth, A., Hendrata, L. A., & Tangkudung, H. (2018). *Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih Di Desa Kasuratan Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik, Vol 4 no. 6 ISSN: 875-885.
- Cristiandi, M. R., Tiny Mananoma, Lambertus Tanudjaja. 2014. *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Kecamatan Poso Kota Sulawesi Selatan*. Jurnal Sipil Statik Vol.2 No.5 ISSN: 2337-6732.
- Ditjen Cipta Karya. 1990. *Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan*: Dinas PU.
- Ditjen Cipta Karya. 1996. *Kriteria Perencanaan* : Dinas PU. Iroth, Angelia. Liany A. Hendratta, Hanny Tangkudung. 2018. *Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih di Desa Kasuratan Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa* Jurnal Sipil Statik Vol. 6, No. 11 ISSN: 2337-6732.
- Kanth Rao, Kamala. 1999. *Environmental Engineering : Water Supply sanitary Engineering and Pollution*. McGraw Hill publishing Company Ltd.
- Kindler, J. And C.S. 1984. Russel. *Modeling Water Demands*. Academic Press Inc. London.
- Kodoatie, Robert J. 2003. *Pengelolaan Sumber Daya Air dalam Otonomi. Daerah : Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia*. Jakarta.
- Rottie, R. Y. Tiny Mananoma, Hanny Tangkudung. 2015. *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Sea Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik. Vol. 3, No. 9 ISSN: 2337-6732.
- Tri, Joko. 2010. *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum: Graha Ilmu*. Yogyakarta.
- Triatmadja, Radianta. 2019. *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan: Gajah Mada*. University Press. Yogyakarta.
- Wuisan, K. B. C. Eveline M. Wuisan, Alex Binilang. 2017. *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Kelurahan Lahendong Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon*. Jurnal Sipil Statik. Vol. 5 No. 4 ISSN: 2337-6732.