



## Alternatif Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih Di Kelurahan Talete Satu Kecamatan Tomohon Tengah Kota Tomohon

Chliford Z. R. Tangkawarow<sup>#a</sup>, Cindy J. Supit<sup>#b</sup>, Liyan A. Hendratta<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>a</sup>ctangkawarow@gmail.com, <sup>b</sup>cindyjeanesupit@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>lianyhendratta@unsrat.ac.id

---

### Abstrak

Kelurahan Talete Satu memiliki mata air Sineleyan yang terletak  $\pm$  50 m dari pemukiman. Air bersih tersebut belum tersalurkan secara menyeluruh dan merata. Untuk itu perlu adanya pengembangan sistem jaringan air bersih di Kelurahan Talete Satu. Sistem jaringan air bersih yang direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air bersih Kelurahan Talete Satu sampai tahun 2033. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk menggunakan analisis regresi linear, regresi logaritma dan regresi eksponensial. Untuk merencanakan sistem perpipaan jaringan air bersih menggunakan rumus persamaan Hazen-Williams dan program Epanet 2.2. Hasil perhitungan dengan menggunakan analisis regresi logaritma diperoleh jumlah penduduk Kelurahan Talete Satu sampai tahun 2033 berjumlah 3.364 jiwa dan kebutuhan air bersih mencapai 2,821 liter/detik. Dalam pengembangan sistem jaringan air bersih ini mata air yang dimanfaatkan adalah mata air Sineleyan dengan debit 15 liter/detik mampu mencukupi kebutuhan air bersih Kelurahan Talete Satu sampai tahun 2033. Pengembangan sistem jaringan air bersih menggunakan pipa transmisi berdiameter 110mm dan pipa distribusi berdiameter 32 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, 90 mm, dan 110 mm.

*Kata kunci:* jaringan air bersih, EPANET 2.2, Kelurahan Talete Satu

---

### 1. Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

Kelurahan Talete Satu adalah daerah yang terletak di Sulawesi Utara tepatnya di Kelurahan Talete Satu Kecamatan Tomohon Tengah Kota Tomohon. Kelurahan Talete Satu memiliki luas wilayah 968 Ha dengan jumlah penduduk 3.353 jiwa yang memanfaatkan mata air Sineleyan. Dari tahun ke tahun jumlah penduduk Talete Satu terus bertambah yang berarti kebutuhan akan air bersih juga akan meningkat.

Jaringan Perpipaan lama yang dapat mensuplai air sampai ke rumah pelanggan sudah terpasang tetapi untuk sementara waktu sedang tidak berfungsi maka dalam penelitian ini sebagai alternatif, dilakukan analisis pengembangan sistem jaringan air bersih dari mata air sampai ke hidran umum.

#### 1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah debit ketersediaan air cukup untuk memenuhi debit kebutuhan air di Kelurahan Talete Satu.
2. Bagaimana cara mengembangkan sistem penyediaan air bersih, dengan memanfaatkan sumber air Sineleyan, agar sementara dapat memenuhi kebutuhan air bagi warga dan fasilitas terkait dalam 10 tahun ke depan.

### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis perkiraan jumlah penduduk di Kelurahan Talete Satu hingga tahun 2033.
2. Menganalisis ketersediaan dan kebutuhan air bersih di Kelurahan Talete Satu hingga tahun 2033.
3. Merancang sistem jaringan air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih hingga tahun 2033.

### 1.4. Batasan Penelitian

1. Proyeksi pertumbuhan penduduk adalah selama 10 tahun.
2. Sistem penyediaan air bersih hanya dari mata air sampai hidran umum.
3. Pengolahan dan struktur bangunan air bersih tidak dibahas.
4. Kualitas air dan pemeriksannya tidak dibahas.
5. Skema jaringan perpipaan dan distribusi dibuat melalui software EPANET 2.2.

### 1.5. Manfaat Penelitian

1. Menjadi pembelajaran bagi peneliti tentang sistem penyediaan air bersih.
2. Penelitian ini diharapkan dapat membantu untuk mengembangkan sistem penyediaan air bersih bagi penduduk di Kelurahan Talete Satu.
3. Menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian yang akan datang.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

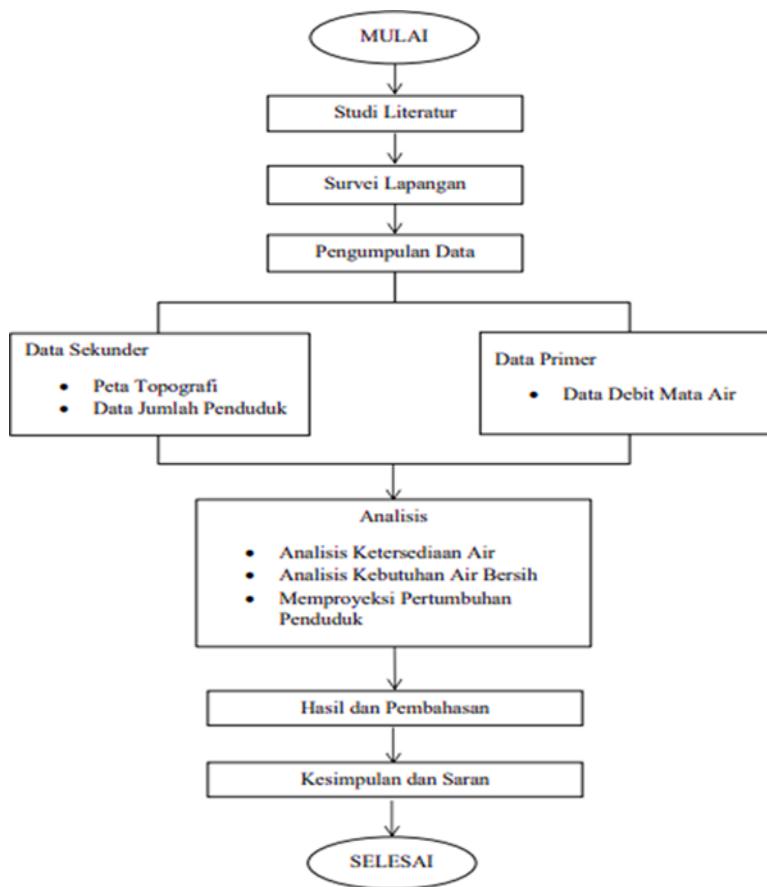
Daerah yang menjadi Lokasi penelitian adalah di Kelurahan Talete Satu, Kecamatan Tomohon Tengah, Kota Tomohon, Provinsi Sulawesi Utara. Kelurahan Talete Satu Memiliki Luas Wilayah 968 Ha dengan jumlah penduduk 3.353 jiwa memanfaatkan mata air Sineleyan khususnya di Kelurahan Talete Satu dengan debit 15 liter/detik. Secara geografis Kelurahan Talete Satu berada pada  $1^{\circ}20'20''$  Lintang Utara dan  $124^{\circ}51'01''$  Lintang Selatan (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Kelurahan Imandi

### 2.2. Diagram Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut alir pada Gambar 2.

**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan Analisis Regresi. Analisis Regresi yang digunakan yaitu Analisis Regresi Linear, Analisis Regresi Logaritma, dan Analisis Regresi Eksponensial. Syarat korelasi:  $-1 \leq r \leq 1$ . Dari hasil Analisis Regresi Linear, Analisis Regresi Logaritma, dan Analisis Regresi Eksponensial, akan dibandingkan Analisis Regresi yang memiliki nilai korelasi paling mendekati (Tabel 1).

**Tabel 1.** Data Penduduk Kelurahan Talete Satu

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Y)
1	2014	3339
2	2015	3341
3	2016	3343
4	2017	3347
5	2018	3342
6	2019	3359
7	2020	3388
8	2021	3353
9	2022	3351
10	2023	3345

#### 3.2. Rekapitulasi Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Dari ketiga analisa tersebut juga didapatkan nilai korelasi yang berbeda-beda setiap metodenya, yang kemudian akan menentukan analisis yang akan digunakan dalam menghitung kebutuhan air (Gambar 3).

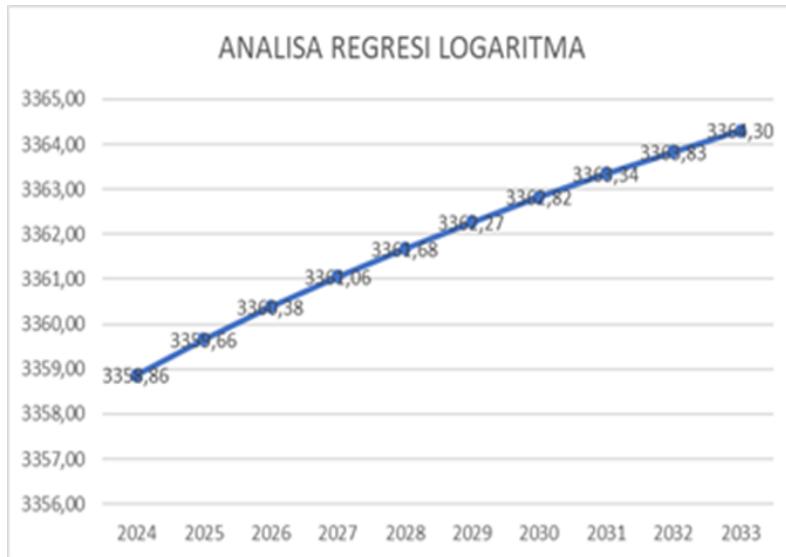


**Gambar 3.** Grafik Rekapitulasi Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Talete Satu

**Tabel 2.** Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi

No	Metode Analisa Regresi	Koefisien Korelasi ( $r$ )	Koefisien Determinasi ( $r^2$ )	Standart Error (Se)
1	Linear	0,39890652	0,159126415	14,04824
2	Logaritma	0,4611939	0,212699817	13,59335694
3	Eksponensial	0,40001133	0,16000906	14,05034925

Untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis maka diambil nilai  $r$  yang paling mendekati 1. Berdasarkan hasil analisis didapat Analisis Regresi Logaritma memiliki nilai  $r$  (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,461 dan *standart error* yaitu 13,593. Sehingga dalam menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan Analisis Regresi Logaritma.



**Gambar 4.** Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Talete Satu dengan Regresi Logaritma

### 3.3. Analisis Kebutuhan Air Total

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

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$$

**Tabel 3.** Kebutuhan Air Total Kelurahan Talete Satu

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Total (Liter/)
X	Y	$Qt = Qd + Oa$
2024	3359	2,817
2025	3360	2,817
2026	3360	2,818
2027	3361	2,818
2028	3362	2,819
2029	3362	2,819
2030	3363	2,820
2031	3363	2,820
2032	3364	2,821
2033	3364	2,821

### 3.4. Analisa Fluktuasi Dan Pemakaian Air

Fluktuasi pemakaian air adalah penggunaan air oleh konsumen dari waktu ke waktu. Sesuai dengan keperluan perencanaan sistem penyediaan air bersih maka terdapat 2 pengertian yang ada kaitannya dengan fluktuasi pelayanan air, yaitu kebutuhan air harian maksimum di hitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,1. Kemudian, 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 dikali faktor pengali yaitu 1,5. Kebutuhan Air Harian Maximum :  $QM = 1,1 \times Qt$ , Kebutuhan Air Harian Jam Puncak :  $Qp = 1,5 \times Qt$ .

**Tabel 4.** Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air harian maksimum (Liter/ Detik)	Kebutuhan air jam puncak (Liter/ Detik)
X	Y	$Qm = 1,1 \times Qt$	$Qp = 1,5 \times Qt$
2024	3359	3,098	3,380
2025	3360	3,099	3,381
2026	3360	3,100	3,381
2027	3361	3,100	3,382
2028	3362	3,101	3,383
2029	3362	3,101	3,383
2030	3363	3,102	3,384
2031	3363	3,102	3,384
2032	3364	3,103	3,385
2033	3364	3,103	3,385

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 3 dan Tabel 4, maka kebutuhan air total untuk 10 tahun mendatang (Tahun 2033) mencapai 2,821 lt/det sedangkan kebutuhan air harian maksimum adalah 3,103 lt/det dan untuk jam puncak 3,385 lt/det.

### 3.5. Desain Hidraulis Dan Skema Jaringan

Hidran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Kelurahan Talete Satu dengan menggunakan kriteria/standar perencanaan sistem air bersih pedesaan, dengan jumlah hidran umum adalah 100 orang/ unit.

Jumlah Penduduk = 3.364 jiwa

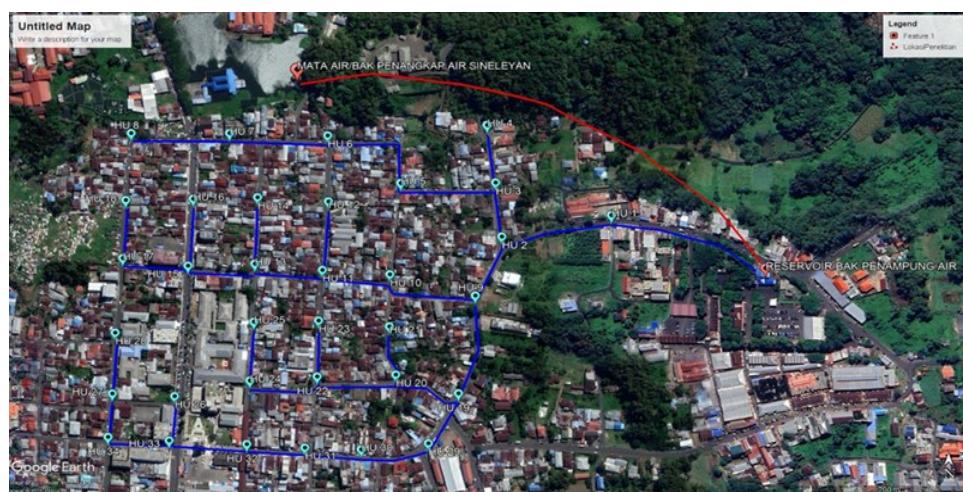
Jumlah Hidran =  $3.364/100$

= 33,64

= 34 Hidran Umum

- Dimensi hidran umum dihitung berdasarkan kebutuhan maksimal air pada Perkiraan jam puncak penggunaan air yaitu :
  - Jam 05:00 – 07:00
  - Jam 11:00 – 13:00
  - Jam 16:00 – 18:00
 Dari total perkiraan jam puncak penggunaan air di dapat durasi 6 jam.
- Jadi perkiraan Volume Hidran Umum dengan Perhitungan:
 
$$V \text{ Hidran Umum} = 15\% \times \text{Kebutuhan Air Jam Puncak} = 15\% \times 67.024 = 10.053 \text{ m}^3$$
 Jadi Perkiraan Volume Hidran Umum yang dibutuhkan yaitu  $10,1 \text{ m}^3$  atau 10.100 Liter.

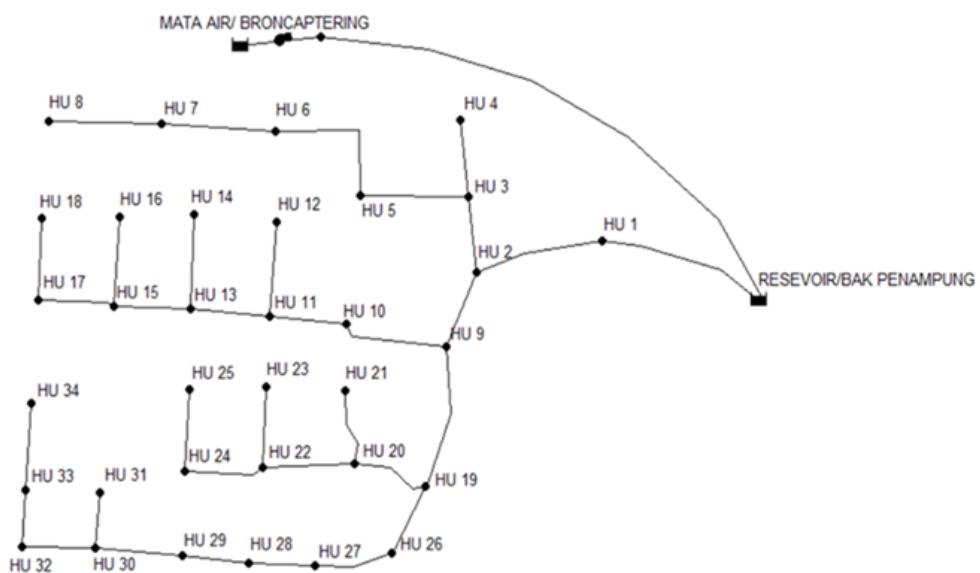
### 3.6. Sistem Plan Penyediaan Air Bersih



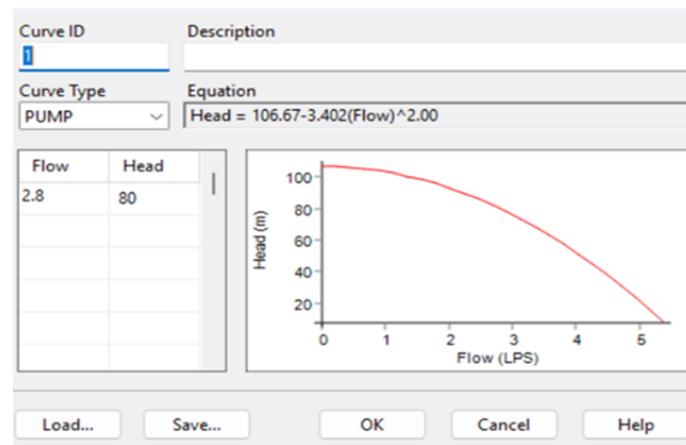
**Gambar 5.** Letak Sistem Jaringan Pada Lokasi Penelitian

### 3.7. Desain Skema Jaringan dan Karakteristik Pompa dengan EPANET 2.2

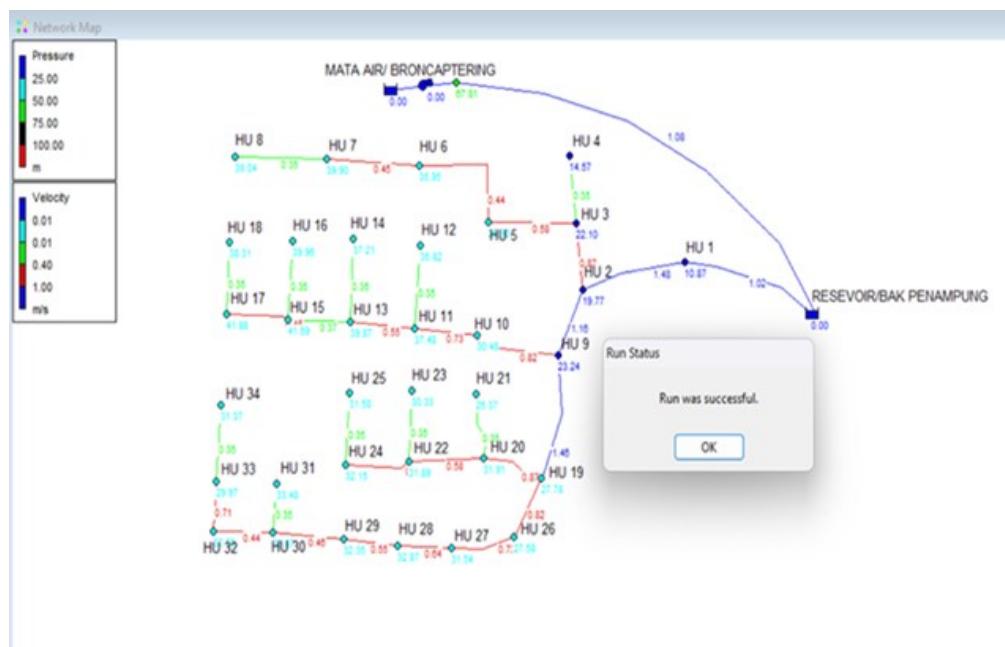
EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidraulik dan kecenderungan kualitas air yang mengalir didalam jaringan pipa. Berikut merupakan skema aliran pada jaringan pipa yang disimulasikan melalui EPANET 2.2.



**Gambar 6.** Skema Jaringan Air Bersih Dengan EPANET 2.2.



Gambar 7. Desain Karakteristik Pompa Dengan EPANET 2.2.



Gambar 8. Hasil Running Program EPANET 2.2.

Tabel 5. Data Pipa

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 1	188.78	110	130	9.69	1.02	11.30
Pipe 2	144.22	90	130	9.40	1.48	28.42
Pipe 3	78.59	50	130	1.71	0.87	21.18
Pipe 4	79.23	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 5	121.00	50	130	1.14	0.58	9.99
Pipe 6	161.23	50	130	0.86	0.44	5.87
Pipe 7	127.70	40	130	0.57	0.45	8.21
Pipe 8	127.54	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 9	83.88	90	130	7.41	1.16	18.27
Pipe 10	120.47	63	130	2.56	0.82	14.56
Pipe 11	85.57	63	130	2.28	0.73	11.70
Pipe 12	98.48	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 13	89.52	63	130	1.71	0.55	6.87
Pipe 14	97.03	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 15	85.89	63	130	1.14	0.37	3.24
Pipe 16	92.60	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 17	86.73	40	130	0.57	0.45	8.21

**Tabel 5.** Data Pipa (*lanjutan*)

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 18	84.04	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 19	152.89	63	130	4.56	1.46	42.25
Pipe 20	88.25	50	130	1.71	0.87	21.18
Pipe 21	79.83	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 22	102.18	50	130	1.14	0.58	9.99
Pipe 23	82.68	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 24	89.48	40	130	0.57	0.45	8.21
Pipe 25	84.72	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 26	82.07	63	130	2.56	0.82	14.56
Pipe 27	88.76	63	130	2.28	0.73	11.70
Pipe 28	73.55	63	130	2.00	0.64	9.14
Pipe 29	75.21	63	130	1.71	0.55	6.87
Pipe 30	98.53	63	130	1.43	0.46	4.90
Pipe 31	57.54	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 32	81.97	50	130	0.86	0.44	5.87
Pipe 33	58.28	32	130	0.57	0.71	24.34
Pipe 34	89.80	32	130	0.28	0.35	6.74
Pipe 38	693	63	130	3.38	1.08	24.26

- Velocity (kecepatan pengaliran) menurut Peraturan Menteri PU No. 18/PRT/M/2007, kecepatan pengaliran air dalam pipa transmisi berkisar 0,3 m/det – 6,0 m/det. Dari hasil running EPANET didapat velocity terbesar yaitu 1,46 m/det dan terkecil 0,35 m/det, sehingga memenuhi syarat untuk kecepatan pengaliran pipa transmisi.
- Pipa HDPE dipilih pada perencanaan ini karena pipa HDPE adalah pilihan utama untuk instalasi air bersih. Pipa HDPE tersedia dari ukuran 20 mm sampai dengan 1200 mm, pipa HDPE mempunyai tingkat fleksibelitas yang tinggi sehingga pipa HDPE bisa mengikuti struktur tanah. jika struktur tanah berubah, maka pipa HDPE tidak akan putus.

#### 4. Kesimpulan

1. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah Analisis Regresi Logaritma karena memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,461 dan standart error (Se) terkecil yaitu 13,59.
2. Pengembangan sistem jaringan air bersih di Kelurahan Talete Satu Kecamatan Tomohon Tengah, memanfaatkan mata air dengan debit sesaat 15 liter/detik. Debit sesaat mata air ini mampu melayani kebutuhan air bersih Kelurahan Talete Satu sampai pada tahun 2033 dengan total kebutuhan 2,821 liter/detik.
3. Pengembangan sistem jaringan air bersih di Kelurahan Talete Satu, Kecamatan Tomohon Tengah, Kota Tomohon. Dibutuhkan 34 hidran umum dengan dimensi hidran umum yaitu diameter 1,5 m dan tinggi 1,15 m. Untuk ukuran pipa yang digunakan yaitu pipa transmisi dari bronkaptering ke reservoir dan dari reservoir ke hidran umum pertama menggunakan pipa berdiameter 110 mm dan pipa distribusi dari hidran umum pertama sampai hidran umum terakhir menggunakan pipa berdiameter 32 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, 90 mm, dan 110 mm.

#### 5. Saran

1. Harus dilakukan perlindungan terhadap daerah sumber mata air.
2. Harus diadakan pembekalan kepada pengurus dan masyarakat setempat mengenai pemeliharaan instalasi jaringan air bersih, pengolahan serta pelestarian air bersih.

#### 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.

Anonim. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.

Cipta Karya. 1996. *Kriteria Perencanaan* : Dinas PU.

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 Ditjen Cipta Karya. 2018. *Modul Sistem Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi*: Dinas PU. Dwijoseputro, D. 1981. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.

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.

Kantor Kelurahan Kakaskasen Satu. 2024. *Data Jumlah Penduduk Kelurahan Kakaskasen 1* .

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.

Lepa, Febry Ellia. Muhammad I. Jasin, Cindy J. Supit. 2021. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Tondei II Kecamatan Motoling Barat Kabupaten Minahasa Selatan*. Jurnal Sipil Statik. Vol. 9 No. 4 ISSN: 2337-6732.

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.

Radianta Triatmadja. 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.