



Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih Di Desa Touliang Oki Kecamatan Eris Kabupaten Minahasa

Meriam S. Umbas^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Cindy J. Supit^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^asrikandymeriam@gmail.com, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^ccindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Desa Touliang Oki merupakan desa yang berada di kecamatan Eris Kabupaten Minahasa dengan populasi penduduk mencapai 3500 penduduk (data desa Desember, 2022). Masyarakat memenuhi kebutuhan air bersih dengan mengambil air dari sumur namun kondisi air yang ada sudah tercemar karena lokasi desa tepat berada di tepi Danau Tondano. Pada tahun 2010 silam pernah diadakan program pengadaan sistem jaringan air bersih yang diambil dari Sungai Saloosot dan dialirkan ke Desa Touliang Oki, namun program tersebut belum dapat menjangkau keseluruhan kebutuhan air bersih penduduk desa. Untuk itu dianalisis kembali ketersediaan dan kebutuhan air bersih dari seluruh penduduk desa Touliang Oki dengan mengambil data terbaru pada bulan Desember tahun 2022 yang mencapai 3500 penduduk. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data primer dan data sekunder untuk menganalisis kebutuhan air bersih keseluruhan penduduk, ketersediaan air bersih dilakukan dengan pengukuran langsung debit Sungai Saloosot sehingga didapat debit sebesar 6.31 liter/detik dan kebutuhan air bersih melalui proyeksi dengan analisis regresi linier. Dengan jumlah kebutuhan air harian maksimum 4.010 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 sumber air menggunakan Bronkaptering kemudian air dialirkan ke Bak Penampung dan dialirkan lagi melalui pipa distribusi ke hidran umum (HU). Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Touliang Oki sampai proyeksi 20 tahun kedepan yaitu tahun 2042, dibutuhkan 44 Hidran Umum.

Kata kunci : penyediaan air bersih, Sungai Saloosot, Desa Touliang Oki

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Desa Touliang Oki merupakan desa yang berada di kecamatan Eris, kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Desa yang terletak di tepi danau Tondano serta dikelilingi oleh bukit-bukit yang ada merupakan desa yang memiliki iklim tropis dengan perkiraan suhu setiap tahunnya sekitar 16°C-33°C. Desa dengan pertumbuhan populasi manusia yang cukup tinggi, menyebabkan kebutuhan air bersih di seluruh desa tersebut semakin meningkat. Meskipun pada jaman sekarang ini sudah banyak rumah-rumah warga yang memilih untuk memasang sumur bor sebagai jalan keluar dalam mencukupi kebutuhan air bersih yang diperlukan oleh seisi rumah, tetapi untuk kebersihan dari air tersebut belum dapat diprediksi apakah baik bagi tubuh manusia atau tidak. Serta adapula bantuan dari pemerintah untuk menyediakan pasokan air bersih tambahan untuk warga desa tetapi tidak mencakup secara menyeluruh kebutuhan air bersih di seluruh desa

Touliang Oki. Sehingga masih ada beberapa titik di desa Touliang Oki ini yang kebutuhan air bersihnya belum terpenuhi dengan baik.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian-uraian yang telah dipaparkan diatas terdapat beberapa permasalahan yang muncul, sebagai berikut :

- a. Berapa total kebutuhan air bersih yang ada di Desa Touliang Oki?
- b. Berapa kemampuan debit air Sungai Saloosot untuk mencukupi kebutuhan air bersih yang ada di desa Touliang Oki?
- c. Bagaimana cara mengembangkan sumber daya air yang sudah ada agar dapat menjangkau keseluruhan desa?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini masalah dan pembahasannya terdapat pada :

- a. Daerah Penelitian di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara khususnya di desa Touliang Oki, kecamatan Eris yang sumber airnya berasal dari sungai Saloosot.
- b. Struktur bangunan air serta kapasitas pompa tidak diperhitungkan.
- c. Untuk anggaran biaya tidak diperhitungkan

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa jumlah kebutuhan air bersih yang ada di desa Touliang Oki serta untuk memperhitungkan dan mengembangkan perencanaan pemenuhan kebutuhan air bersih pada sungai Saloosot yang ada di desa Touliang Oki.

1.5. Manfaat penelitian

Dengan diadakannya penelitian ini di harapkan dapat memberikan gambaran baik kepada pemerintah maupun masyarakat yang ada di desa Touliang Oki ini mengenai sumber air bersih yang dapat dimanfaatkan untuk desa, serta dapat membantu masyarakat dalam perencanaan pemenuhan kebutuhan air bersih yang ada di desa Touliang Oki.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Penelitian Terdahulu

1. Ary Nugraha Pamona. 2022. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Pungkol Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan.
2. Nikita Morong. 2021. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Kelurahan Taratara 3 Kecamatan Tomohon Barat Kota Tomohon.

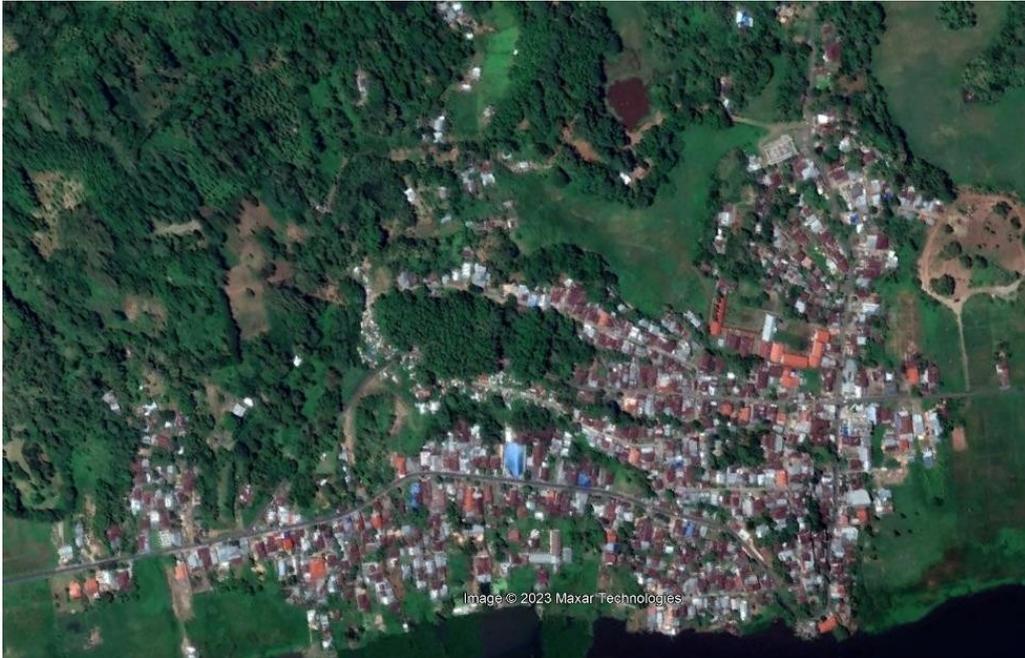
2.2. Lokasi Penelitian

Desa Touliang Oki menjadi tempat untuk penelitian untuk studi kasus ini yang terletak di kecamatan Eris, kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Dimana dalam penelitian ini mengambil sungai Saloosot sebagai sumber air yang akan digunakan. Secara geografis Desa Touliang Oki terletak pada 1,258516 Lintang Utara dan 124,935942 Bujur Timur.

2.3. Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Analisis perkembangan jumlah penduduk Desa Touliang Oki Kecamatan Eris dengan proyeksi sampai 20 tahun mendatang yaitu 2042, dilakukan dengan melakukan perhitungan melalui beberapa analisis, yaitu:

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



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth, 2022)

2.4. Sumber Air Bersih

Sumber air bersih alternatif yang dimanfaatkan adalah Sungai Saloosot, dengan debit 6,27 liter/det melalui perhitungan dengan *volumetric metode*, dengan memanfaatkan wadah penampungan dan *stopwatch*.

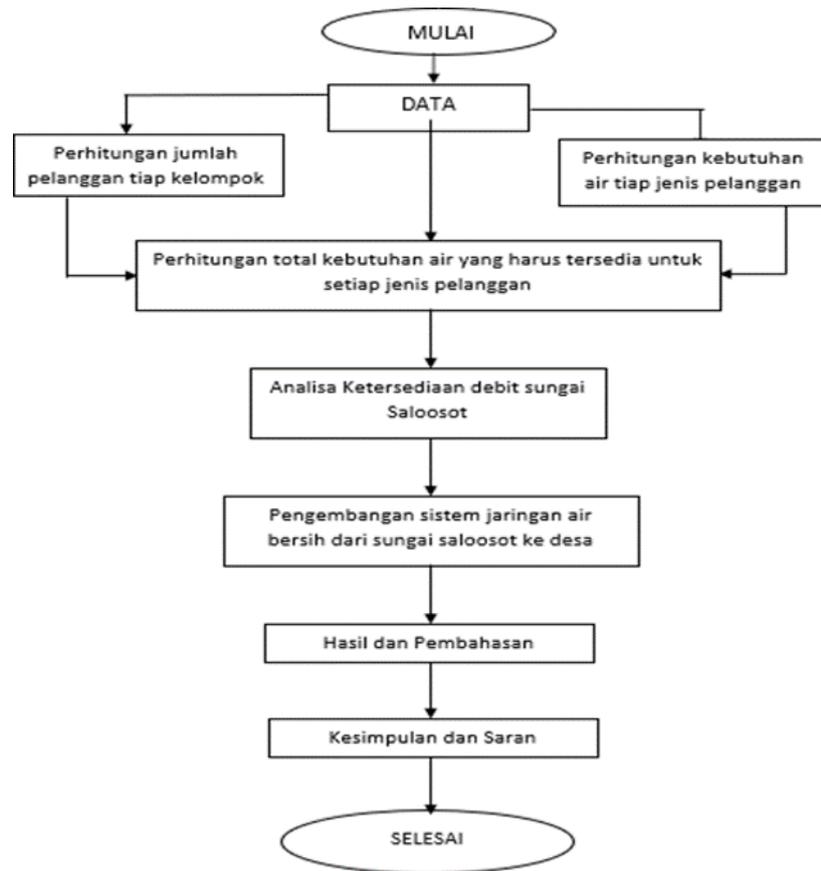
2.5 Desain Sistem Penyediaan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem penyediaan air baku untuk air bersih, perlu diketahui pola atau skema penyaluran air bersih dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk. Tahapan penyaluran air dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk dapat dilihat sebagai berikut:

1. Sumber Mata Air
Pemilihan sumber air dilakukan melalui pengecekan dilapangan. Debit dari sumber air harus lebih besar dari jumlah kebutuhan air penduduk yang telah direncanakan.
2. Bangunan Pengolahan Air
Bangunan pengolahan air terdiri dari bronkaptering yaitu bangunan penangkap mata air, bisa juga berguna untuk melindungi mata air. Reservoir distribusi dibuat untuk menampung air bersih dari bronkaptering kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan/konsumen melalui jaringan pipa distribusi, Hidran Umum (HU) adalah tempat penampungan air untuk pelayanan air kepada masyarakat.
3. Desain Sistem Jaringan Pipa
Desain sistem jaringan pipa dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan rumus Hazen-Williams. Desain juga dilakukan dengan bantuan Program Epanet 2.

2.6 Bagan Air Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil Pembahasan

3.1. Analisis Kebutuhan Air Bersih

3.1.1. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

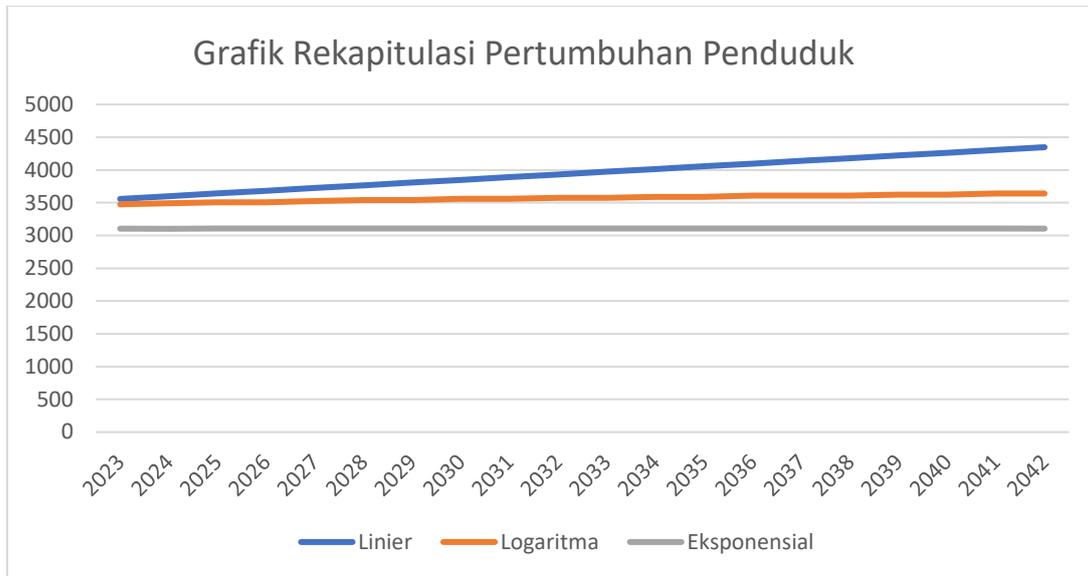
Tabel 1. Data Jumlah Penduduk Kelurahan Lahendong

| NO. | TAHUN | JUMLAH PENDUDUK (y) |
|-----|-------|---------------------|
| 1 | 2013 | 3126 |
| 2 | 2014 | 3189 |
| 3 | 2015 | 3256 |
| 4 | 2016 | 3277 |
| 5 | 2017 | 3291 |
| 6 | 2018 | 3317 |
| 7 | 2019 | 3397 |
| 8 | 2020 | 3450 |
| 9 | 2021 | 3494 |
| 10 | 2022 | 3500 |

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 akan dibandingkan analisa regresi yang memiliki nilai korelasi paling mendekati.

3.1.2. Rekapitulasi Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Proyeksi pertumbuhan penduduk dapat dilihat pada grafik pada Gambar 3.



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. Rekapitulasi Harga Se

| Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|---|----------|
| No | Metode Analisis Regresi | y | Koefisien Korelasi (r) | Koefisien Determinasi (r ²) | Se |
| 1 | Linear | y = a + bx | 0,987344489 | 0,974849141 | 21,43581 |
| 2 | Logaritma | y = a + b ln x | 0,948761108 | 0,90014764 | 42,71129 |
| 3 | Eksponensial | y = ae ^{bx} | 0,987376553 | 0,974912457 | 21,68135 |

Sesuai syarat korelasi bahwa $-1 \leq r \leq 1$, maka digunakan metode Analisa Regresi Linear. Dengan nilai $r = 0,87344489$ yang berarti sangat kuat, dan nilai $Se = 21,43581$ yang memiliki nilai paling rendah dari Se dua metode yang lainnya.

3.1.3. Analisis Kebutuhan Air Total

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

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$$

3.1.4. Analisa Fluktuasi Pemakaian Air

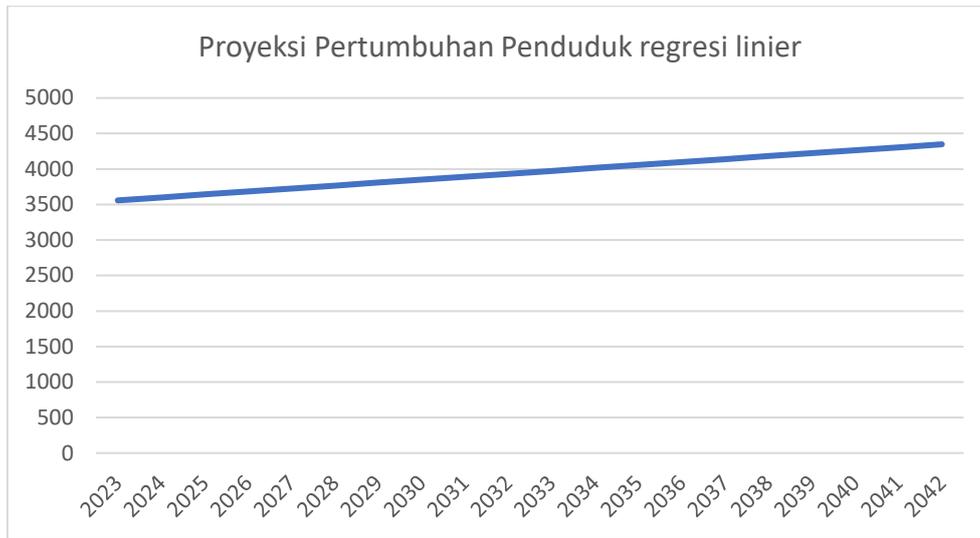
Fluktuasi pemakaian air adalah penggunaan air oleh konsumen dari waktu ke waktu. Sesuai dengan keperluan perencanaan system penyediaan air bersih maka terdapat 2 pengertian yang ada kaitannya dengan fluktuasi pelayanan air, yaitu kebutuhan air harian maksimum di hitung berdasarkan kebutuhan air total 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 1,2.

1. Kebutuhan Air Harian Maximum

$$Q_m = 1,1 \times Q_t$$

2. Kebutuhan Air Harian Jam Puncak

$$Q_p = 1,2 \times Q_t$$



Gambar 4. Grafik Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Hingga Tahun ke-n dengan Metode Analisa Regresi Linear

Tabel 3. Kebutuhan Air Total

| Tahun | Kebutuhan Air | | Kehilangan Air | Kebutuhan Air | |
|-------|---------------|--------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| | Domestik | Non Domestik | | Total (Qt) | |
| | (Qd) | (Qn) | (Qa) | Qt = Qd + Qn + Qa | |
| | l/detik | | | l/detik | m ³ /detik |
| 2023 | 2,4710 | 0,1236 | 0,3892 | 2,9838 | 0,002984 |
| 2024 | 2,4999 | 0,1250 | 0,3937 | 3,0186 | 0,003019 |
| 2025 | 2,5287 | 0,1264 | 0,3983 | 3,0535 | 0,003053 |
| 2026 | 2,5576 | 0,1279 | 0,4028 | 3,0883 | 0,003088 |
| 2027 | 2,5865 | 0,1293 | 0,4074 | 3,1231 | 0,003123 |
| 2028 | 2,6153 | 0,1308 | 0,4119 | 3,1580 | 0,003158 |
| 2029 | 2,6442 | 0,1322 | 0,4165 | 3,1928 | 0,003193 |
| 2030 | 2,6730 | 0,1337 | 0,4210 | 3,2277 | 0,003228 |
| 2031 | 2,7019 | 0,1351 | 0,4255 | 3,2625 | 0,003263 |
| 2032 | 2,7308 | 0,1365 | 0,4301 | 3,2974 | 0,003297 |
| 2033 | 2,7596 | 0,1380 | 0,4346 | 3,3322 | 0,003332 |
| 2034 | 2,7885 | 0,1394 | 0,4392 | 3,3671 | 0,003367 |
| 2035 | 2,8173 | 0,1409 | 0,4437 | 3,4019 | 0,003402 |
| 2036 | 2,8462 | 0,1423 | 0,4483 | 3,4368 | 0,003437 |
| 2037 | 2,8751 | 0,1438 | 0,4528 | 3,4716 | 0,003472 |
| 2038 | 2,9039 | 0,1452 | 0,4574 | 3,5065 | 0,003506 |
| 2039 | 2,9328 | 0,1466 | 0,4619 | 3,5413 | 0,003541 |
| 2040 | 2,9616 | 0,1481 | 0,4665 | 3,5762 | 0,003576 |
| 2041 | 2,9905 | 0,1495 | 0,4710 | 3,6110 | 0,003611 |
| 2042 | 3,0193 | 0,1510 | 0,4755 | 3,6459 | 0,003646 |

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

| Tahun | Jumlah | Kebutuhan | Kebutuhan Air | kebutuhan |
|-------|----------|-----------|-----------------|----------------|
| | Penduduk | Air | Harian Maksimum | Air Jam Puncak |
| | (jiwa) | Total | (Liter/Detik) | (Liter/Detik) |
| X | Y | Qt | Qm = 1,1 x Qt | Qp = 1,2 x Qt |
| 2023 | 3558 | 2,984 | 3,282 | 3,581 |
| 2024 | 3600 | 3,019 | 3,320 | 3,622 |
| 2025 | 3641 | 3,053 | 3,359 | 3,664 |
| 2026 | 3683 | 3,088 | 3,397 | 3,706 |
| 2027 | 3724 | 3,123 | 3,435 | 3,748 |
| 2028 | 3766 | 3,158 | 3,474 | 3,790 |
| 2029 | 3808 | 3,193 | 3,512 | 3,831 |
| 2030 | 3849 | 3,228 | 3,550 | 3,873 |
| 2031 | 3891 | 3,263 | 3,589 | 3,915 |
| 2032 | 3932 | 3,297 | 3,627 | 3,957 |
| 2033 | 3974 | 3,332 | 3,665 | 3,999 |
| 2034 | 4015 | 3,367 | 3,704 | 4,040 |
| 2035 | 4057 | 3,402 | 3,742 | 4,082 |
| 2036 | 4099 | 3,437 | 3,780 | 4,124 |
| 2037 | 4140 | 3,472 | 3,819 | 4,166 |
| 2038 | 4182 | 3,506 | 3,857 | 4,208 |
| 2039 | 4223 | 3,541 | 3,895 | 4,250 |
| 2040 | 4265 | 3,576 | 3,934 | 4,291 |
| 2041 | 4306 | 3,611 | 3,972 | 4,333 |
| 2042 | 4348 | 3,646 | 4,010 | 4,375 |

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4, maka kebutuhan air total untuk 20 tahun mendatang (Tahun 2042) mencapai 3,6459 lt/det sedangkan kebutuhan air harian maksimum adalah 4,010 lt/det dan untuk jam puncak 4,375 lt/det.

3.2. Desain Hidraulis dan Skema Jaringan

3.2.1. Desain Hidraulis Hidran Umum

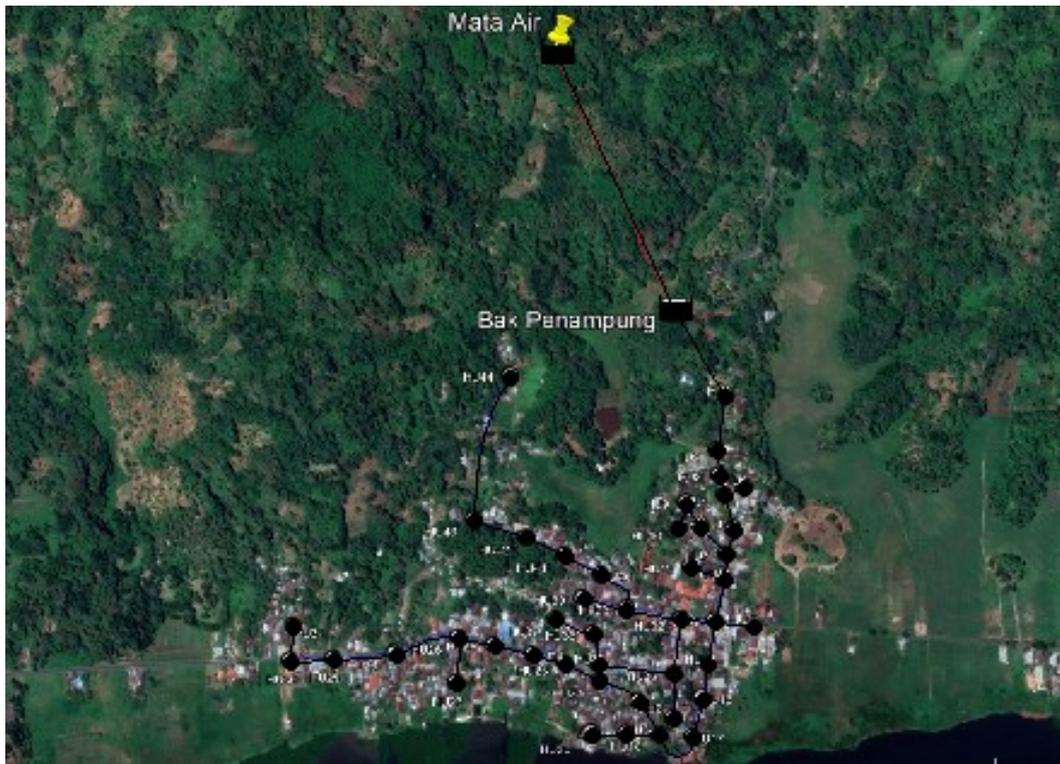
Standar yang digunakan dalam perencanaan hidran umum yang akan dibangun adalah menggunakan standar sesuai Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya. Sesuai standar tersebut dicantumkan bahwa jumlah jiwa per Hidran Umum (HU) untuk jumlah penduduk <20.000 jiwa di daerah pedesaan adalah 100 jiwa/hidran.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Penduduk} &= 4348 \text{ jiwa (2042 – Analisis Regresi Linear)} \\ \text{Jumlah Hidran} &= \text{Jumlah penduduk} : 100 \\ &= 4348 : 100 \\ &= 43,48 = 44 \text{ Hidran Umum} \end{aligned}$$

Digunakan sebanyak 44 unit Hidran Umum.

3.2.2. Plan Skema Jaringan Perpipaan

Sesuai dengan tinjauan lokasi dan perbincangan dengan masyarakat sekitar di Desa Touliang Oki Kecamatan Eris Kabupaten Minahasa maka untuk pelayanan yang akan direncanakan adalah 100%. Jaringan pipa yang direncanakan beserta detail zonasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Plan Skema Jaringan

3.2.3. Desain Reservoir Distribusi

Reservoir distribusi dibangun pada elevasi lebih tinggi dari pemukiman dan biasanya terletak diatas bukit, sehingga dapat mengalirkan air ke konsumen dengan sistem gravitasi dan direncanakan harus dekat dengan daerah pelayanan agar muda di kontrol.

$$\text{Produksi Air Kumulatif} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{1000} \times 3600 = \frac{3,646}{1000} \times 3600 = 13,1256 \text{ l/jam}$$

$$\text{Pemakaian air} = \text{produksi air} \times 24 \times \% \text{ pemakaian air} = 13,1256 \times 24 \times 15\% = 47,25216 \text{ l/hari}$$

Perhitungan Kapasitas Berguna Reservoir Distribusi

$$\text{Volume minimum} = 0,0 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume maximum} = 90 \text{ m}^3$$

Direncanakan ukuran dimensi kapasitas berguna

$$\text{Panjang} = 6 \text{ m}$$

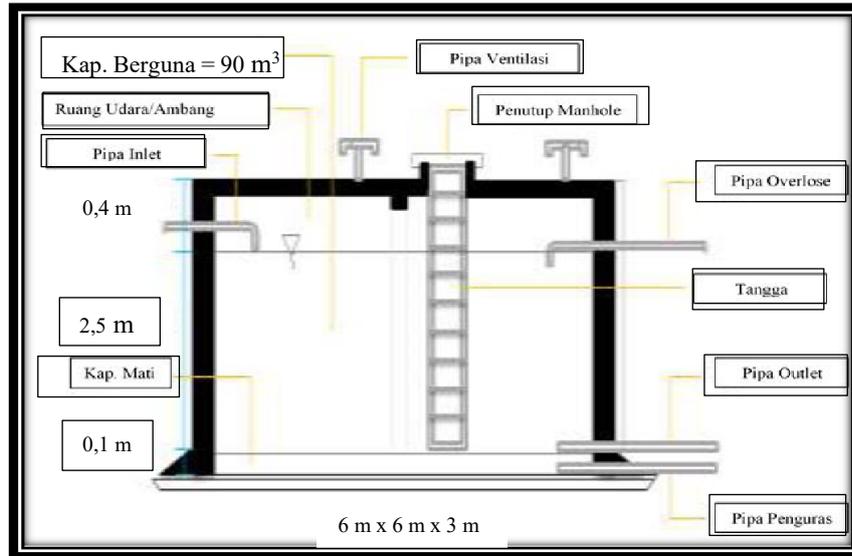
$$\text{Lebar} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 2,5 \text{ m (kapasitas berguna)}$$

$$= 0,10 \text{ m (kapasitas mati)}$$

$$= 0,4 \text{ m (ruang udara)}$$

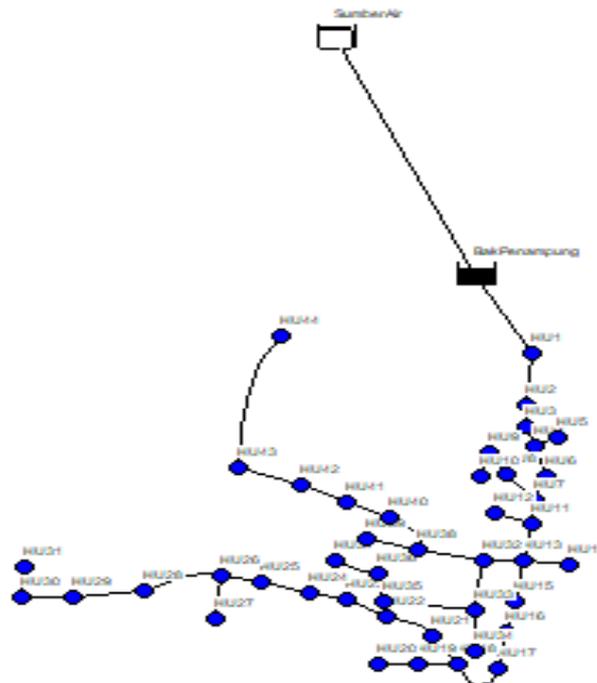
$$\text{Total} = 3 \text{ m}$$



Gambar 6. Potongan Desain Reservoir Distribusi

3.2.4. Desain Skema Jaringan dengan Epanet 2.0

Epanet adalah program computer yang menggambarkan simulasi hidraulis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir didalam jaringan pipa. Berikut merupakan skema aliran pada jaringan pipa yang disimulasikan selalui *Software Epanet 2.0*.



Gambar 7. Hasil Run Analysis Program (Notations: Pressure and Velocity)

Pada Gambar 7 terlihat bahwa tekanan dan kecepatan aliran yang terjadi pada variasi dimensi pipa, evaluasi dan juga *base demand* pada tiap hidran tidak bermasalah sehingga running pada program berhasil dan ditunjukkan dengan indikator warna pada garis skema dan juga *node*.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Peningkatan sistem sistem jaringan air bersih di Desa Touliang Oki Kecamatan Eris Kabupaten Minahasa, memanfaatkan sumber air dari Sungai Saloosot dengan debit sesaat 6.31 liter/detik. Debit sesaat mata air ini mampu melayani kebutuhan air bersih Desa Touliang Oki sampai pada tahun 2042 dengan total kebutuhan 3.646 liter/detik.
- Perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah analisis regresi linier karena memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,987344489 dan standart error (Se) terkecil yaitu 21.43581.
- Untuk menangkap air dari sumber air, menggunakan bronkaptering dengan mempunyai ukuran $4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} = 40 \text{ m}^3$.
- Untuk reservoir distribusi berupa Hidran Umum memiliki ukuran $6 \times 6 \times 3 = 108 \text{ m}^3$.
- Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi dengan melalui 44 Hidran Umum dengan dimensi Diameter (D) = 1,5 m dan Tinggi (t) = 1,15 m.

Referensi

- Anonimous, 1990. Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih IKK Pedesaan. DirektoratJenderal Cipta Karya Departemen PU
- Iroth , A., Hendrata, L. A., & Tangkudung, H. (2018). *Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih Di Desa Kasuratan Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa*. Jurnal SipilStatik, Vol 4 no. 6 ISSN: 875-885.
- Kelvin, Evelin, Alex. 2017. *Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih di Kelurahan Lahendong Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon*. Jurnal Sipil Statik. Vol 5 no.4 ISSN: 2337-6733.
- Moegijantoro, 1995. *Air Untuk Kehidupan Manusia*, Majalah Air Minum, edisi No. 85 /th. XXV Oktober 1995.
- Nurchayono N, 2008. *Perencanaan Pemenuhan Air Baku di Kecamatan GunemKabupaten Rembang*, th. 2008.
- Pedoman / Petunjuk Teknik dan Manual, Bagian : 5 (Volume 1) Air Minum Pedesaan (*Sistem Penyediaan Air Minum Pedesaan*), Edisi Pertama, NSPM KIMPRASWIL, Desember 2002.
- Radiana Triatmadja, *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2019
- Rottie, R. Y., Mananoma, T., & Tangkudung, H. (2015). *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Sea Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik, Vol 3 no.9 ISSN: 662-668.
- Silalahi M. D., 2002 , *Optimalisasi sarana Yuridis Sebagai Upaya Menumbuhkan Masyarakat Sadar Urgensi Sumber Daya Air (SDA)*, Majalah Air Minum, edisi No. 97 /th. XXIII Desember 2002.
- Tambingon, D. P., Hendrata, L. A., & Sumarauw, J. S. (2016). *Perencanaan Pengembang Sistem Distribusi Air Bersih Di Desa Pakuure Tinanian*. Jurnal SipilStatik, Vol 4 no.9 ISSN 541-550.
- Tumanan, Y. K., Binilang, A., & Manangka, I. R. (2017). *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Uuwan Kecamatan Dumoga Barat Kabupaten Bolaang Mongondow*. Jurnal Sipil Statik, Vol 5 no 4 ISSN: 225-235.