



Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Kelurahan Lahendong Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon Melalui Pemanfaatan Sumber Mata Air Zantoriri

Valentsia R. Pantow^{#a}, Cindy J. Supit^{#b}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aregina.pantow97@gmail.com, ^bcindyjeanesupit@unsrat.ac.id, ^cjeffrysumarauw@unsrat.ac.id

Abstrak

Air merupakan kebutuhan pokok pada berbagai aktivitas manusia. Kebutuhan sehari – hari, seperti mencuci, memasak, mandi dan kebutuhan konsumsi membutuhkan keberadaan dan ketersediaan air yang cukup khususnya air bersih. Di Kelurahan Lahendong ini memiliki sumber mata air yang sering disebut Mata Air Zantoriri. Namun pemanfaatan air bersih ini belum bersifat menyeluruh, yang artinya belum semua anggota masyarakat Kelurahan Lahendong mendapat distribusi air dari sumber mata air tersebut . Meskipun termasuk daerah yang potensi, namun jika tidak di manfaatkan maka sumber daya air ini tidak akan bisa tersalur dengan baik pada masyarakat. Adapun metode – metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Studi Lapangan dan Studi Literatur . Proyeksi pertumbuhan penduduk sampai tahun 2032 di hitung menggunakan 3 metode regresi, yaitu metode regresi linear, regresi logaritma dan regresi eksponensial. Dan berdasarkan hasil analisa, trend regresi terbaik dengan r (koefisien korelasi) yaitu 1 dan dengan koefisien Se yang bukan merupakan yang terbesar adalah analisa regresi linier dengan jumlah penduduk pada tahun 2030 mencapai 3347 jiwa. Untuk reservoir distribusi yaitu (11 x 11 x 13,7) m menggunakan pipa diameter 75 dan 50 mm . Kemudian air bersih akan didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui Dua Belas (12) Hidran Umum yang tersebar di Kelurahan Lahendong dengan debit setiap hidran 0,25 liter/detik.

Kata kunci: air bersih, sistem penyediaan, metode regresi, hidran umum

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok bagi berbagai aktivitas manusia. Kebutuhan sehari-hari seperti mencuci, memasak, mandi dan kebutuhan konsumsi membutuhkan keberadaan dan ketersediaan air yang cukup khususnya air bersih.

Selain itu seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, kebutuhan air bersih juga akan ikut mengalami peningkatan, baik dari sisi jumlah maupun mutu. Begitupula yang terjadi di Kelurahan Lahendong yang berada di Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon, yang mana kebutuhan akan air bersih mengalami peningkatan yang lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan kemampuan memasok air, dan menyebabkan relative presentase dari penduduk yang mendapat layanan air bersih semakin menurun. Di Kelurahan Lahendong ini memiliki sumber mata air yang sering disebut Mata Air Zantoriri.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah yang akan menjadi poin penelitian di Kelurahan Lahendong adalah :

- a. Apakah debit ketersediaan air mampu memenuhi debit kebutuhan air di Kelurahan Lahenong?
- b. Bagaimana merencanakan sistem penyediaan air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan bagi warga dan fasilitas terkait dalam kurun waktu 10 tahun mendatang?

1.3. Batasan Masalah

Guna mempersempit ruang pembahasan pada penelitian ini, maka diberikan beberapa batasan masalah yang meliputi hal sebagai berikut :

- a. Sumber mata air yang digunakan adalah Mata Air Zanoriri.
- b. Proyeksi pertumbuhan penduduk adalah selama 10 tahun.
- c. Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan dimulai dari penyadapan di mata air sampai dengan jalur pipa distribusi.
- d. Merencanakan sistem penyediaan air bersih untuk 10 tahun ke depan (tahun 2032).
- e. Membuat Desain Sistem Penyediaan Air Bersih termasuk distribusi ke wilayah Kelurahan Lahendong Kecamatan Tomohon Selatan jangkauan gravitasi .
- f. Pemeriksaan kualitas air tidak dibahas .
- g. Analisis menggunakan pedoman pada Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU, 1996
- h. Pengukuran jarak dan elevasi menggunakan Google Earth Pro
- i. Skema jaringan perpipaan dan distribusi dibuat melalui program Epanet 2.0

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perencanaan sistem jaringan air bersih yang bisa memenuhi kebutuhan penduduk di Kelurahan Lahendong.

1.5. Manfaat penelitian

1. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam menyelesaikan permasalahan akan kebutuhan air bersih bagi penduduk di Kelurahan Lahendong Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon.
2. Dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian terkait dimasa mendatang.

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
3. Joel Jordan Kalumata. 2019. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Tulap Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa

2.2. Lokasi Penelitian

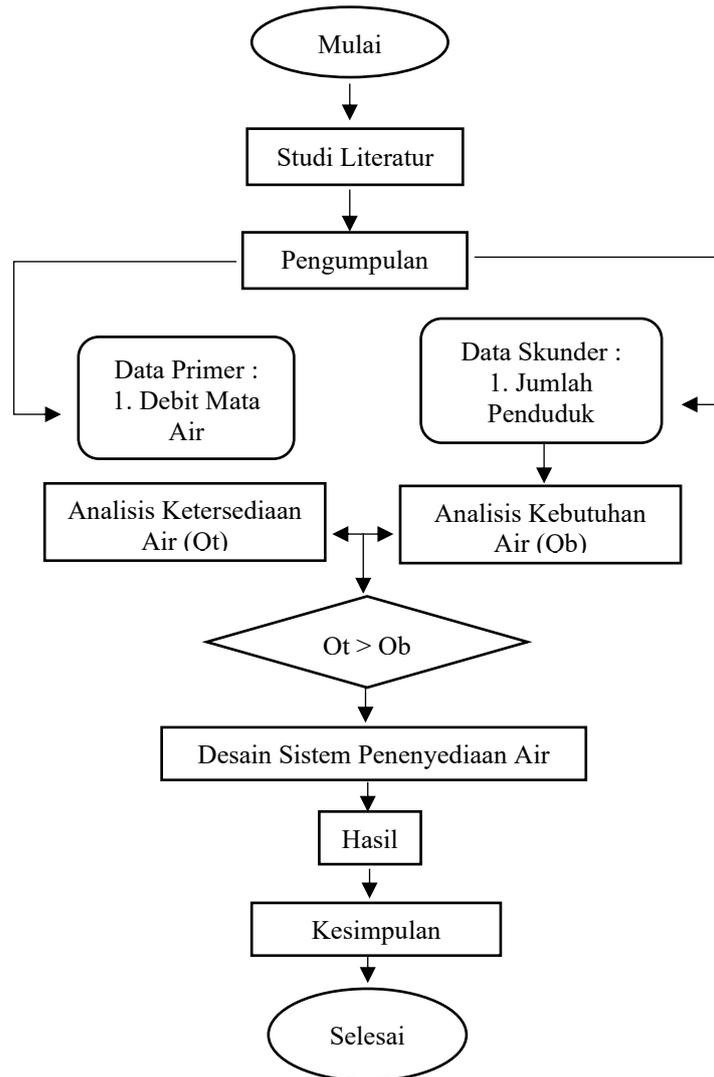
Kelurahan Lahendong Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon . Adapun batas – batas wilayahnya adalah sebagai berikut :

1. Sebelah Utara : Kelurahan Tumatangtang Satu
2. Sebelah Timur : Kelurahan Pangolombian
3. Sebelah Selatan : Desa Leilem Kecamatan Sonder
4. Sebelah Barat : Desa Rambunan Kecamatan Sonder

Berikut Info Grafis Kelurahan Lahendong Kecamatan Tomohon Selatan:

1. Luas wilayah : 26.650.000 km²
2. Jumlah penduduk : 2.874 jiwa (tahun 2021)

2.6 Bagan Air Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil Pembahasan

3.1 Analisis Kebutuhan Air Bersih

3.1.1 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

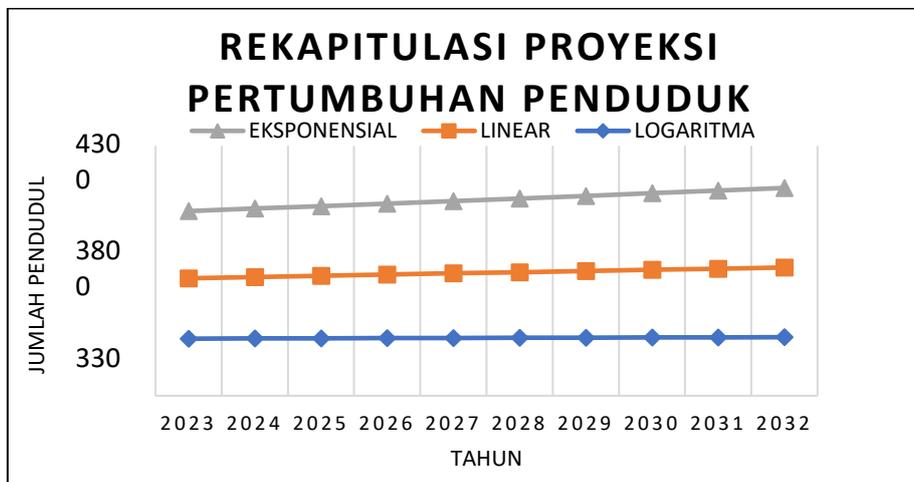
Tabel 1. Data Jumlah Penduduk Kelurahan Lahendong

NO.	TAHUN	JUMLAH PENDUDUK (y)
1	2013	2440
2	2014	2460
3	2015	2498
4	2016	2538
5	2017	2595
6	2018	2640
7	2019	2676
8	2020	2745
9	2021	2799

10	2022	2896
----	------	------

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



Gambar 3. Grafik 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.

Tabel 2. Rekapitulasi Harga Se

NO	METODE ANALISA REGRESI	KOEFSISIEN		
		Korelasi	Determinasi	Standar error
		r	r ²	Se
1	Logaritma	0.7	0.5	214.1
2	Linear	1.0	1.0	554.2
3	Ekspensial	1.0	1.0	992.3

Sesuai syarat korelasi bahwa $-1 \leq r \leq 1$, maka digunakan metode Analisa Regresi Linear. Dengan nilai $r = 1,0$ yang berarti satu sangat kuat, dan nilai $Se = 554,2$ yang berada di antara kedua nilai Se dua metode yang lainnya.

Berikut ini merupakan grafik proyeksi pertumbuhan penduduk Kelurahan Lahendong dengan Metode Regresi Linear.

3.1.3 Analisis Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestic, non-domestic 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

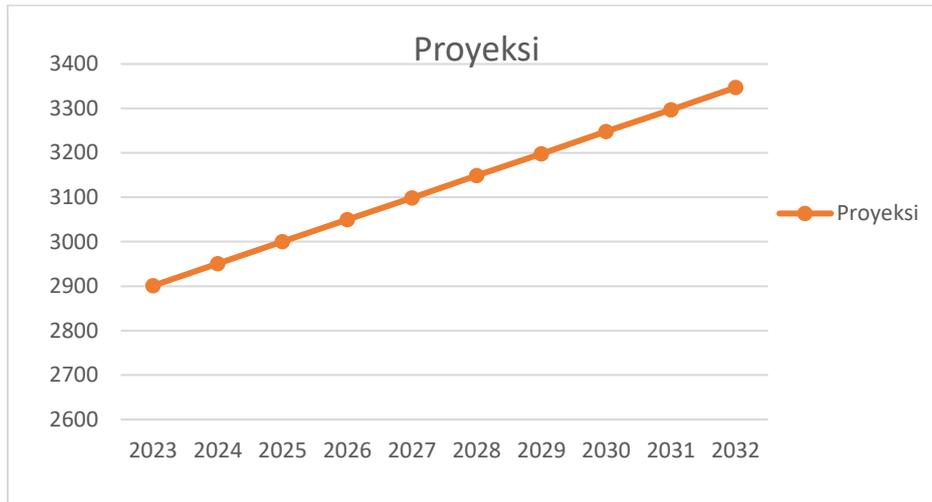
berdasarkan kebutuhan air total dikali factor pengali yaitu 1,15. Kemudian, kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali factor pengali yaitu 1,75. (*Kriteria Perencanaan Ditjen Karya Dinas PU, 1996*)

1. Kebutuhan Air Harian Maximum

$$Q_m = 1,15 \times Q_t$$

2. Kebutuhan Air Harian Jam Puncak

$$Q_p = 1,75 \times Q_t$$



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

Tabel 3. Kebutuhan Air Total

No	Tahun	Y'	Y	Qd	Qd (l/det)	Qn(l/det)	Qa(l/det)	Qt (l/det)
1	2023	1392.51	2901.07	174064.00	2.01	0.10	0.42	2.54
2	2024	1416.28	2950.59	177035.27	2.05	0.10	0.43	2.58
3	2025	1440.05	3000.11	180006.55	2.08	0.10	0.44	2.63
4	2026	1463.82	3049.63	182977.82	2.12	0.11	0.44	2.67
5	2027	1487.59	3099.15	185949.09	2.15	0.11	0.45	2.71
6	2028	1511.36	3148.67	188920.36	2.19	0.11	0.46	2.76
7	2029	1535.13	3198.19	191891.64	2.22	0.11	0.47	2.80
8	2030	1558.90	3247.72	194862.91	2.26	0.11	0.47	2.84
9	2031	1582.67	3297.24	197834.18	2.29	0.11	0.48	2.89
10	2032	1606.44	3346.76	200805.45	2.32	0.12	0.49	2.93

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

No	Tahun	Y'	Y	Qd	Qd (l/det)	Qn(l/det)	Qa(l/det)	Qt (l/det)	Qm(l/det)	Qp(l/det)
1	2023	1392.51	2901.07	174064.00	2.01	0.10	0.42	2.54	2.92	4.44
2	2024	1416.28	2950.59	177035.27	2.05	0.10	0.43	2.58	2.97	4.52
3	2025	1440.05	3000.11	180006.55	2.08	0.10	0.44	2.63	3.02	4.59
4	2026	1463.82	3049.63	182977.82	2.12	0.11	0.44	2.67	3.07	4.67
5	2027	1487.59	3099.15	185949.09	2.15	0.11	0.45	2.71	3.12	4.75
6	2028	1511.36	3148.67	188920.36	2.19	0.11	0.46	2.76	3.17	4.82
7	2029	1535.13	3198.19	191891.64	2.22	0.11	0.47	2.80	3.22	4.90
8	2030	1558.90	3247.72	194862.91	2.26	0.11	0.47	2.84	3.27	4.97
9	2031	1582.67	3297.24	197834.18	2.29	0.11	0.48	2.89	3.32	5.05
10	2032	1606.44	3346.76	200805.45	2.32	0.12	0.49	2.93	3.37	5.12

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4, maka kebutuhan air total untuk 10 tahun mendatang (Tahun 2032) mencapai 2,93 lt/det sedangkan kebutuhan air harian maksimum adalah 3,37 lt/det dan untuk jam puncak 5,12 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 200 jiwa/hidran.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Penduduk} &= 3347 \text{ jiwa} \times 70\% = 2343 \text{ jiwa} \\ \text{Jumlah Hidran} &= \text{Jumlah penduduk} : 200 \\ &= 2343 : 200 \\ &= 11,71 \end{aligned}$$

Digunakan sebanyak 12 unit Hidran Umum.

$$\text{Kebutuhan Air tiap hidran} = 2,93/12 = 0,25 \text{ lt/det/HU}$$

3.2.2 Plan Skema Jaringan Perpipaan

Sesuai dengan tinjauan lokasi dan perbincangan dengan masyarakat sekitar di Kelurahan Lahendong Kecamatan Tomohon Selatan maka untuk peyanan yang akan direncanakan adalah 100% .



Gambar 5. Zona Lokasi Wilayah

Kemudian sesuai dengan zona lokasinya, barulah direncanakan jaringan pipa. Berikut adalah jaringan pipa yang direncanakan. Untuk detail zonasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. 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 system gravitasi dan direncanakan harus dekat dengan daerah pelayanan agar muda di kontrol.

$$\text{Produksi Air Kumulatif} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{1000} \times 3600 = \frac{2,93}{1000} \times 3600 = 10,55 \text{ l/jam}$$

$$\text{Pemakaian air} = \text{produksi air} \times 24 \times \% \text{ pemakaian air} = 10,548 \times 24 \times 15\% = 37,98 \text{ l/hari}$$

Perhitungan Kapasitas Berguna Reservoir Distribusi

$$\text{Volume minimum} = 0,00$$

$$\text{Volume maximum} = 1728$$

Kapasitas berguna minimum reservoir distribusi

$$1728 - X$$

$$1728 - 1462,1 = 265,86 \text{ m}^3$$

Direncanakan ukuran dimensi kapasitas berguna

$$\text{Panjang} = 11 \text{ m}$$

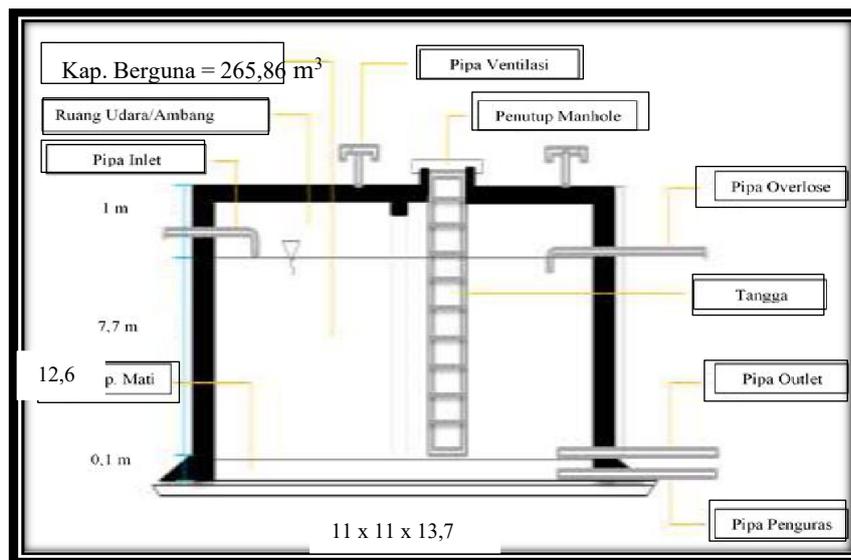
$$\text{Lebar} = 11 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 12,6 \text{ m (kapasitas berguna)}$$

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

$$= 1 \text{ m (ruang udara)}$$

$$\text{Total} = 13,7 \text{ m}$$



Gambar 7. Potongan Desain Reservoir Distribusi

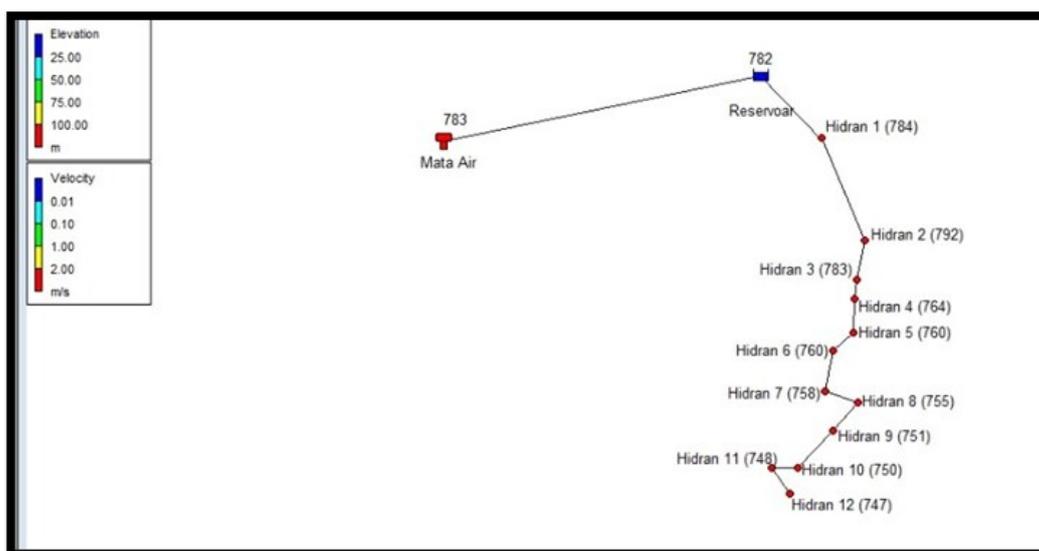
3.2.4 Pompa dan Pipa Transmisi

Perbedaan tinggi elevasi antara penampungan dan reservoir menyebabkan *plan* desain membutuhkan pompa untuk membantu mengangkat air dari penampungan reservoir . Jumlah penduduk di daerah perencanaan sebanyak 3347 jiwa dengan debit kebutuhan air 10,55 l/org/jam. Jenis pompa yang akan digunakan adalah pompa *centrifugal*. Maka Debit yang akan di alirkan ke reservoir distribsi 4 liter/detik dalam waktu pemompaan selama 3 jam. Jadi kapasitas pemompaan yang akan digunakan adalah 4 liter/detik denga menggunakan pipa transmisi ukuran 100 mm.

3.2.5 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 8. Hasil *Run Analysis Program* (Notations: *Pressure&Velocity*)

Pada Gambar 8 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 indicator warna pada garis skema dan juga *node*.

4. Kesimpulan

Sumber air yang dimanfaatkan dalam sistem perencanaan penyediaan air bersih diambil dari Mata Air Zanoriri dengan debit 20 liter/detik. Ketersediaan air bersih di Kelurahan Lahendong sampai tahun 2032 dengan jumlah kebutuhan pelayanan sebesar 3347 jiwa mampu mencakupi kebutuhan air bersih yaitu 2,93 liter/detik . Air akan dialirkan ke reservoir distribusi dengan menggunakan pompa karena letak sumber air berada pada elevasi yang lebih rendah. Untuk reservoir distribusi yaitu (11 x 11 x 13,7) m menggunakan pipa diameter 75 dan 50 mm. Kemudian air bersih akan didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui Dua Belas (12) Hidran Umum yang tersebar di Kelurahan Lahendong dengan debit setiap hidran 0,25 liter/detik

Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan akan dapat berfungsi dengan baik apabila operasi dan pemeliharaan instalasi dilakukan dengan baik . Untuk itu perlu dilakukan Langkah-langkah sebagai berikut Harus dilakukan perlindungan terhadap kualitas dan kelestarian pada sumber mata air dan alat yang digunakan . Perlunya pembekalan kepada para masyarakat sekitar tentang pengetahuan mengenai sistem instalasi, pengolahan dan 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.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Kecamatan Tomohon Selatan dalam Angka: BPS Kota Tomohon.
- Ditjen Cipta Karya. (1990). . Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan: Dinas PU.
- Ditjen Cipta Karya. (1996). . Kriteria Perencanaan : Dinas PU.
- Ditjen Cipta Karya. (2018). Modul Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air: Dinas PU.
- Ditjen Cipta Karya. (2018). Modul Sistem Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi: Dinas PU.

- Dwijosaputro, D. (1981). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Gis Dukcapil. (n.d.). *Visualisasi Data Kependudukan*. <https://gis.dukcapil.kemendagri.go.id>.
- Joko, T. (2010). *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*: Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kanth, R., & Kamala. (1999). *Environmental Engineering: Water Supply sanitary Engineering and Pollution*. McGraw Hill publishing Company Ltd.
- Kindler, J., & Russel, C. S. (1984). *Modeling Water Demands*. Academic Press Inc. London.
- Kodoatie, & Robert, J. (2003). *Pengelolaan Sumber Daya Air Dalam Otonomi Daerah*: Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia. Jakarta.
- Komariah, Aan, & Satori, D. (2011). *Metode Penelitian Kualitatif*, Alfabeta: Bandung.
- Nazir, M. (2009). *Metode Penelitian: Ghalia Indonesia*. Bogor.
- Radiana, T. (2019). *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan*: Gajah Mada University Press Yogyakarta.
- Suprihatin, & Suparno, O. (2013). *Teknologi Proses Pengolahan air*: IPBPress. Bogor.
- Suripin, & Andi. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta.
- Tampanguma, E. P. (2015). *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Suluun Satu Kecamatan Suluun Tareran Kabupaten Minahasa Selatan*. *Jurnal Sipil Statik*. Vol 3 no. 5 ISSN: 2337 – 6732.
- Wang, K., Wang, H., Xu, J., Wei, Q., Gu, Z., Chen, P., Luan, Y., & Lv, Y. (2021). *An automatic control device for negative pressure irrigation for continuous low-rate water supply at constant soil wetting*. *Biosystem Engineering*. Hohai University.