

EVALUASI SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DESA SOYA KECAMATAN SIRIMAU (STUDI KASUS : PERUMTEL KAYU TIGA)

Charles J. Tiwery¹, Donny J Pugesehan², Deyla Filicia Porsche³

¹ Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil
Gmail: charlestiwery@gmail.com

² Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Fakultas Kesehatan, Program Studi Kesehatan Masyarakat
Gmail: donnyarsb@gmail.com

³ Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil
Gmail : deylafiliciaporsche@gmail.com

ABSTARCT

Clean water is a basic necessity that must be sustainably provided to support community livelihoods. In Soya Village, particularly the Perumtel Kayu Tiga area, clean water is supplied from the Wai Soya Bawah spring through a transmission network to a reservoir before being distributed to residents. However, the existing system faces technical issues, including sedimentation in the brongkap structure, transmission pipe leaks, reservoir damage, and substandard distribution network installation, increasing risks of water loss and contamination. This study aims to evaluate water source capacity and future clean water demand in the area. Primary data were collected through field surveys and spring discharge measurements, while secondary data included population records, technical references, and water quality standards. Population growth was projected for the next 20 years to estimate water demand. The results indicate that peak-hour demand in 2044 is projected at 1.9417 L/s, while Wai Soya Bawah spring discharge remains sufficient to meet demand. Nevertheless, infrastructure improvements and regular system maintenance are required to ensure sustainable and optimal clean water services.

Keywords: Clean water, water source discharge, water demand, Soya Village, 20-year projection

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang sangat penting untuk menunjang kehidupan dan aktivitas sehari-hari, seperti minum, memasak, mencuci, dan sanitasi. Ketersediaan air bersih yang memenuhi persyaratan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas sangat menentukan tingkat kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, sistem penyediaan air bersih perlu direncanakan dan dikelola secara baik agar mampu memenuhi kebutuhan masyarakat secara berkelanjutan.

Desa Soya yang terletak di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon memiliki potensi sumber daya air berupa mata air Wai Soya Bawah yang dimanfaatkan sebagai sumber air bersih bagi masyarakat, khususnya di kawasan Perumtel Kayu Tiga. Sistem penyediaan air bersih di wilayah ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu unit sumber air baku, pipa transmisi, reservoir, serta jaringan distribusi yang menyalurkan air kepada masyarakat.

Namun berdasarkan hasil survei kondisi eksisting di lapangan, masih ditemukan beberapa permasalahan pada sistem distribusi air bersih, seperti sedimentasi pada bangunan

penangkap air, kebocoran pada pipa transmisi, kondisi reservoir yang kurang terpelihara, serta pemasangan pipa distribusi yang belum sesuai dengan standar teknis. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan kehilangan air, menurunnya kapasitas aliran, serta meningkatkan risiko kontaminasi pada jaringan distribusi.

Selain itu, kebutuhan air bersih masyarakat dipengaruhi oleh perubahan jumlah penduduk dari waktu ke waktu.

Oleh karena itu, diperlukan analisis proyeksi kebutuhan air bersih untuk mengetahui kemampuan sistem penyediaan air dalam memenuhi kebutuhan masyarakat pada masa mendatang. Evaluasi terhadap kondisi jaringan distribusi serta ketersediaan debit sumber air menjadi hal yang penting untuk memastikan keberlanjutan pelayanan air bersih.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi eksisting sistem jaringan distribusi air bersih di Perumtel Kayu Tiga Desa Soya, menganalisis proyeksi kebutuhan air bersih selama 20 tahun ke depan, serta menilai ketersediaan debit sumber air dalam memenuhi

kebutuhan masyarakat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi dalam upaya peningkatan kinerja sistem distribusi air bersih sehingga pelayanan air bersih dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah di masak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang di maksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biolog, dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping.

2.2. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih merupakan jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam berbagai aktivitas sehari-hari. Besarnya kebutuhan air dipengaruhi oleh jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan penduduk, tingkat pelayanan air bersih, serta pola konsumsi masyarakat.

Dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih, proyeksi jumlah penduduk menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan air pada masa mendatang. Oleh karena itu, analisis proyeksi penduduk sangat penting untuk mengetahui besarnya kebutuhan air yang harus dipenuhi oleh sistem distribusi air bersih.

Tabel 1. Konsumsi Air Bersih Perkapita Menurut Standar Internasional (Husain, 1978)

Jumlah Penduduk (liter/orang/hari)	Sambungan Rumah (liter/orang/hari)	Kran umum/Hidran Umum (liter/orang/hari)
Diatas 1 juta	190	30
500.000 –	170	30
1.000.000	150	30
100.000 – 500.000	130	30
20.000 – 100.000	100 – 130	30
Dibawah 20.000	60	30

2.3. Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Penduduk merupakan individu yang menetap di suatu wilayah minimal enam bulan atau memiliki niat untuk tinggal secara tetap (Jogiyanto, 2013). Pertumbuhan jumlah penduduk setiap tahun menyebabkan

peningkatan kepadatan yang berdampak pada munculnya berbagai permasalahan, baik pada skala mikro maupun makro. Pada skala mikro, permasalahan meliputi keterbatasan kebutuhan dasar seperti pangan, air bersih, pendidikan, dan layanan kesehatan. Sementara itu, pada skala makro, dampaknya mencakup meningkatnya pengangguran, penurunan pendapatan negara, inflasi, serta kemiskinan (Tiwery et al., 2022).

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dapat menggunakan metode yang telah diakui secara umum atau dengan menggunakan metode – metode berikut ini :

a. Metode Aritmatik

Metode ini kita gunakan apabila kita anggap bahwa jumlah penduduk tiap tahun selalu sama. Rumus untuk perhitungannya:

$$r = \frac{1}{n} \left(\frac{P_n}{P_0} - 1 \right) \dots \dots \dots (1)$$

Sebelum menganalisa koefisien korelasi, perlu menganalisa rata-rata pertumbuhan tiap tahunnya dengan rumus di atas.

$$P_n = P_0 (1 + r. n) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke n (jiwa)

P_0 = Jumlah penduduk pada awal tahun dasar (jiwa)

r = Rata – rata pertambahan penduduk (jiwa/tahun)

n = Kurun waktu proyeksi (tahun)

b. Metode Geometrik

Proyeksi dengan metoda ini dianggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda dengan pertambahan penduduk. Rumus perhitungannya :

Sebelum menganalisa koefisien korelasi, perlu menganalisa presentasi pertambahan penduduk tiap tahunnya.

$$r = \left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \dots \dots \dots (3)$$

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)

P_0 = Jumlah penduduk awal tahun dasar (jiwa)

r = Rata – rata pertambahan penduduk (%)

n = Selisih anatar tahun proyeksi dengan tahun dasar (tahun)

c. Metode Least Square

Metode ini juga dapat digunakan untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang mempunyai kecenderungan garis linear

meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah rumus perhitungannya:

$$P_n = a + b \cdot x \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)

$$\alpha = \frac{\sum P \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum P \cdot x^2}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (6)$$

$$b = \frac{N \cdot P \cdot x - \sum x \cdot \sum P}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

P = Jumlah penduduk

X = Jumlah interval tahun Untuk menentukan metode yang dipakai untuk proyeksi penduduk, terlebih dahulu menguji nilai koefisien (S) untuk tiap – tiap metode.

N = Jumlah data yang digunakan

a & b = Koefisien yang konstan

2.4. Perhitungan Debit Air Aliran

- Menentukan dimensi pipa, menggunakan formula

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

Q = Debit ($m^3/detik$)

V = Kecepatan pengaliran ($m/detik$)

A = Luas penampang pipa D = Diameter pipa (m)

- Menghitung Kapasitas aliran yang terjadi di dalam pipa dengan menggunakan persamaan Hazen-William.

$$Q = 0,2785 \cdot Chw \cdot D^{2,63} \cdot S^{0,54} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

Q = Debit aliran pada pipa (m^3)

Chw = Koefisien kekasaran Hazen william

R = Jari -jari hidrolis (m)

D = Diameter pipa (m)

S = Kemiringan (m)

2.5. Metode Pelampung

Prinsip pengukuran dalam metode ini adalah kecepatan aliran yang diukur menggunakan pelampung, di mana luas penampang basah (A) ditentukan berdasarkan pengukuran lebar permukaan air dan kedalaman air.

Metode ini sangat mudah diterapkan meskipun permukaan air sungai berada pada ketinggian yang tinggi. Penggunaan metode ini tidak terpengaruh oleh kotoran atau kayu yang hanyut, sehingga mudah untuk dilaksanakan. Pengukuran dengan metode pelampung memiliki beberapa syarat, yaitu:

- Bagian sungai atau saluran yang relatif lurus dan cukup.
- Panjang Penampang sungai yang kurang lebih seragam.

Berikut rumus untuk menghitung kecepatan aliran air sungai untuk Metode Pelampung (*Floating Method*) :

$$V = \frac{L}{t} \times k \dots\dots\dots (10)$$

Dengan :

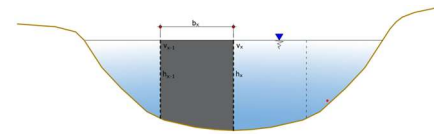
V = Kecepatan pingpong pada aliran air sungai (m/dtk)

L = Jarak tempuh pingpong (m)

t = waktu yang ditempuh pingpong (dtk)

k = koefisien pingpong (0,85)

2.6 Metode Tampang Rerata



Gambar 1. Tampang Rerata

Tampang lintang sungai dianggap tersusun dari sejumlah pias yang masing masing dibatasi oleh dua vertikal yang berdampingan. Dirumuskan seperti dibawah ini :

$$A_x = \frac{h_{x-1} + h_x}{2} \times B_x \dots\dots\dots (11)$$

Sehingga

$$Q_{(x-1)-x} = \left(\frac{\bar{V}_{x-1} + \bar{V}_x}{2} \right) \times \left(\frac{h_{x-1} + h_x}{2} \right) B_x \dots\dots\dots (12)$$

Dengan :

A_x = Luas penampang n (m^2)

H_{x-1} = Kedalaman air pada titik sebelum n (m)

H_x = Kedalaman air pada titik n (m)

B_x = Lebar saluran tiap pias pada titik n (m)

V_{x-1} = Kecepatan aliran pada titik sebelum n (m/dtk)

V_x = Kecepatan aliran pada titik n (m/dtk)

Q_x = Debit pada titik n (m^2/dtk)

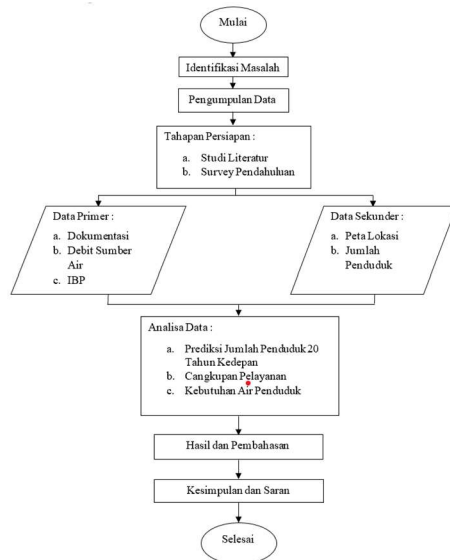
2.7. Metode Current Meter

Current Meter adalah alat ukur kecepatan aliran air. Dengan melakukan pengukuran kecepatan aliran air menggunakan *Current Meter* di berbagai titik pada suatu penampang, maka dapat diketahui distribusi kecepatan alirannya, sehingga debit total aliran dapat dihitung dengan menggunakan metode yang ada. (Akrom & Soewaeli, 2015). Berdasarkan prinsip kerjanya *Current Meter* saat

ini terdiri dari tipe mekanik, akustik, dan elektromagnetik. *Current Meter* yang masih banyak digunakan di Indonesia adalah tipe mekanik. Salah satu *Current Meter* mekanik adalah *Current Meter* flowatch fl-03

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

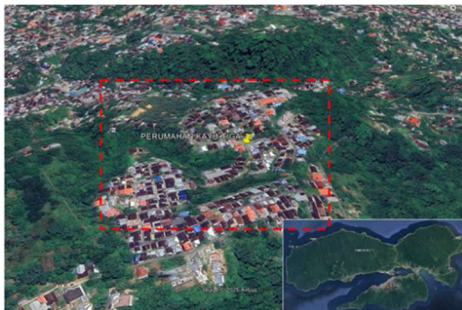


Gambar 2. Bagan Alir

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Perumtel Kayu Tiga, Desa Soya, Kecamatan Sirimau, Kota Ambon. Wilayah ini memanfaatkan mata air Wai Soya Bawah sebagai sumber air bersih bagi masyarakat setempat.

Penelitian dilakukan melalui kegiatan survei lapangan, pengumpulan data, serta analisis data yang berkaitan dengan sistem penyediaan dan distribusi air bersih.



Gambar 3. Lokasi Penelitian (Sumber : Google Earth)

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

1. Data Primer

Pengumpulan data primer yaitu data yang diperoleh dengan meninjau lokasi penelitian secara langsung. Pengumpulan data primer, yang terdiri dari :

 - a. Pengukuran Debit

Adalah proses untuk menentukan besarnya volume aliran air yang melewati suatu penampang sungai, saluran, atau pipa dalam satuan waktu tertentu. Debit biasanya dinyatakan dalam satuan liter per detik (liter/det) atau meter kubik per detik (m^3/det).
 - b. Dokumentasi

Adalah proses pencatatan dan pelaporan seluruh informasi terkait kegiatan pengukuran debit air.
 - c. Inventarisasi Bangunan Pelengkap (IBP)

Inventarisasi bangunan pelengkap sungai seperti brongkap, bak pengendap sedimen, pipa transmisi, reservoir, dan pipa distribusi sangat penting dilakukan untuk mengetahui kondisi, fungsi, dan kelayakan setiap infrastruktur secara menyeluruh.
 - d. Wawancara

Wawancara dengan masyarakat penting dilakukan karena dapat memberikan gambaran nyata mengenai kondisi, kebutuhan, dan permasalahan yang mereka hadapi.
2. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder yaitu proses mendapatkan informasi yang bersumber dari dokumen, laporan, atau catatan resmi yang telah ada sebelumnya dan disusun oleh pihak lain. Pengumpulan Data sekunder, yang terdiri dari :

 - a. Data Jumlah Penduduk :

adalah informasi yang menunjukkan banyaknya individu yang tinggal dalam suatu wilayah geografis tertentu pada periode waktu tertentu.
 - b. Peta Lokasi :

adalah peta yang menggambarkan secara visual letak geografis wilayah di mana kegiatan penelitian dilakukan.

3.4 Teknik Analisis Data

Metode analisis data adalah metode atau cara yang digunakan dalam menganalisis

sejumlah data yang diperoleh dilapangan, guna merumuskan jawaban dari masalah yang ada pada penelitian ini. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah (Marasabessy et al., 2023):

1. Melakukan analisa proyeksi penduduk agar dapat mengetahui seberapa besar pertumbuhan penduduk sampai 20 tahun ke depan (sampai tahun 2044) sehingga dapat diperhitungkan besar kebutuhan air yang diperlukan;
2. Menghitung kebutuhan air yang nantinya diperlukan masyarakat sampai pada tahun prediksi 2044;
3. Menganalisa debit yang tersedia pada Wae Soya Bawah dengan menggunakan teori perhitungan debit di sumber mata air;
4. Solusi untuk bagaimana air akan tetap terpenuhi untuk masyarakat selama 20 tahun mendatang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kondisi Eksisting Air Bersih

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar yang sangat penting dalam menunjang kehidupan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Dalam aktivitas sehari-hari, air berfungsi tidak hanya sebagai kebutuhan konsumsi, tetapi juga sebagai penunjang berbagai kegiatan rumah tangga, sanitasi, serta kebutuhan industri. Oleh karena itu, ketersediaan jaringan distribusi air bersih yang baik menjadi faktor utama untuk menjamin kualitas hidup masyarakat. Dalam kondisi ideal, sistem distribusi harus mampu menyediakan air dengan kuantitas, kualitas, serta kontinuitas yang memadai.

Namun demikian, kondisi di lapangan tidak selalu sesuai dengan standar yang diharapkan. Beberapa wilayah sering mengalami penurunan tekanan, aliran tidak stabil, dan kualitas air yang berubah akibat pipa yang telah menua atau kebocoran yang belum tertangani. Selain itu, pertumbuhan jumlah penduduk yang tidak diimbangi dengan penambahan kapasitas jaringan sering menyebabkan distribusi air tidak merata. Oleh sebab itu, analisa terhadap kondisi eksisting jaringan air bersih menjadi langkah penting untuk mengetahui kemampuan sistem dalam memenuhi kebutuhan masyarakat sekaligus mengidentifikasi permasalahan yang perlu mendapatkan penanganan lebih lanjut.

4.2 Kebutuhan Air Penduduk

Proyeksi kebutuhan air penduduk merupakan perkiraan jumlah kebutuhan air berdasarkan jumlah populasi pada periode tertentu. Perhitungan ini penting dilakukan untuk mengetahui apakah sistem penyediaan air bersih yang ada di Perumtel Kayu Tiga, Desa Soya, mampu memenuhi kebutuhan masyarakat baik pada kondisi eksisting maupun pada masa mendatang. Kebutuhan air penduduk dihitung dengan melihat jumlah penduduk saat ini, kecenderungan pertumbuhan penduduk, serta standar kebutuhan air per kapita.

Dalam menganalisa proyeksi jumlah penduduk Perumtel Kayu Tiga dalam kurun waktu 20 tahun ke depan yaitu sampai tahun 2044, proyeksi penduduk kemudian dihitung menggunakan tiga metode yaitu, metode Aritmatik, Geometrik, dan *Least Square* agar diperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai pertumbuhan penduduk hingga tahun rencana perhitungan kebutuhan air. Pada tabel 2 memberikan data penduduk pada Perumtel Kayu Tiga dari tahun 2015 – 2024, kemudian dihitung tingkat pertumbuhan tiap tahunnya dengan menggunakan ketiga metode.

Tabel 2. Jumlah Penduduk Perumtel Kayu Tiga 10 Tahun Terakhir, (Sumber : RT Perumtel, 2024)

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2015	1762
2	2016	1809
3	2017	1587
4	2018	1536
5	2019	1589
6	2020	1507
7	2021	1674
8	2022	1674
9	2023	1522
10	2024	1544

1. Metode Aritmatik

Metode perhitungan jumlah penduduk yang memperhitungkan pertumbuhan penduduk dengan laju tetap sebelum menganalisa koefisien korelasi, perlu menganalisa rata-rata pertumbuhan tiap tahun metode aritmatik adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{1}{2024 - 2015} \left(\frac{1660}{1895} - 1 \right)$$

$$r = -0,013747$$

Koefisien korelasi untuk metode Aritmatik, dilakukan analisa dengan hasil seperti berikut:

Tabel 3. Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Aritmatik (*Sumber : Hasil Analisa*)

Tahun	JP Statistik Xi	JP Aritmatik Yi	(Xi-xr)	(Yi-yr)	X ²	Y ²	X·Y
1	2	3	4	5	6	7	8
2015	1762	1762.00	141.60	109.00	20050.56	11881.00	15434.4
2016	1809	1737.78	188.60	84.78	35569.96	7187.27	15989.09
2017	1587	1713.56	-33.40	60.56	1115.56	3666.98	-2022.5556
2018	1536	1689.33	-84.40	36.33	7123.36	1320.11	-3066.53
2019	1589	1665.11	-31.40	12.11	985.96	146.68	-380.29
2020	1507	1640.89	-113.40	-12.11	12859.56	146.68	1373.40
2021	1674	1616.67	53.60	-36.33	2872.96	1320.11	-1947.47
2022	1674	1592.44	53.60	-60.56	2872.96	3666.98	-3245.78
2023	1522	1568.22	-98.40	-84.78	9682.56	71287.27	8342.13
2024	1544	1544.00	-76.40	-109.00	5836.96	11881.00	8327.60
Jumlah	16204.00	16530.00	0.00	0.00	98970.40	48404.07	38804.00
Koefisien Korelasi Metode Aritmatik (r)							0.5606

Tabel 4. Parameter Statistik Data Penduduk Metode Aritmatik (*Sumber : Hasil Analisa*)

Tahun	Tahun Ke (X)	JP Statistik Xi	JP Aritmatik Yi	(Yi - Y _{mean})	(Yi - Y _{mean}) ²
2015	0	1762	1762.00	109.00	11881.00
2016	1	1809	1737.78	84.78	7187.27
2017	2	1587	1713.56	60.56	3666.98
2018	3	1536	1689.33	36.33	1320.11
2019	4	1589	1665.11	12.11	146.68
2020	5	1507	1640.89	-12.11	146.68
2021	6	1674	1616.67	-36.33	1320.11
2022	7	1674	1592.44	-60.56	3666.98
2023	8	1522	1568.22	-84.78	7187.27
2024	9	1544	1544.00	-109.00	11881.00
Jumlah	45.00	16204.00	16530.00	0.00	48404.07
Standar Deviasi					73.336

Berdasarkan data pada tabel 4, maka dapat dianalisa standar devisiasi berdasarkan proyeksi jumlah penduduk metode Aritmatik.

$$SD = \sqrt{\frac{48404.07}{10-1}} = 73.336$$

Dengan demikian didapatkan besar nilai koefisien korelasi dan standar deviasi untuk metode aritmatik adalah 0,5606 dan 73.336.

2. Metode Geometri

Proyeksi dengan metode ini dianggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda dengan pertambahan penduduk. Metode ini tidak memperhatikan adanya suatu saat terjadi perkembangan menurun, disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum. Pada metode Geometri, pertumbuhan dihitung sebagai berikut:

$$r = \left(\frac{1544}{1762} \right)^{\frac{1}{(2024-2015)}} - 1$$

$$r = -0.01457$$

Koefisien korelasi untuk metode Geometri, dianalisa dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Geometrik (*Sumber : Hasil Analisa*)

Tahun	JP Statistik Xi	JP Geometrik Yi	(Xi-xr)	(Yi-yr)	X ²	Y ²	X·Y
1	2	3	4	5	6	7	8
2015	1762	1762.00	141.60	111.13	20050.56	12350.35	15736.307
2016	1809	1736.33	188.60	85.46	35569.96	7304.08	16118.50
2017	1587	1711.04	-33.40	60.17	1115.56	3620.39	-2009.667
2018	1536	1686.11	-84.40	35.24	7123.36	1242.13	-2974.59
2019	1589	1661.55	-31.40	10.68	985.96	114.09	-335.39
2020	1507	1637.34	-113.40	-13.52	12859.56	182.89	1533.58
2021	1674	1613.49	53.60	-37.38	2872.96	1396.45	-2003.34
2022	1674	1589.99	53.60	-60.88	2872.96	3706.45	-3263.20
2023	1522	1566.82	-98.40	-84.04	9682.56	7063.22	8269.89
2024	1544	1544.00	-76.40	-106.87	5836.96	11420.75	8164.71
Jumlah	16204.00	16508.68	0.00	0.00	98970.40	48401.29	39236.72
Koefisien Korelasi Metode Geometrik (r)							0.5669

Tabel 6. Parameter Statistik Data Penduduk Metode Geometrik (*Sumber : Hasil Analisa*)

Tahun	Tahun Ke (X)	JP Statistik Xi	JP Geometrik Yi	(Yi - Y _{mean})	(Yi - Y _{mean}) ²
2015	0	1762	1762.00	111.13	12350.35
2016	1	1809	1736.33	85.46	7304.08
2017	2	1587	1711.04	60.17	3620.39
2018	3	1536	1686.11	35.24	1242.13
2019	4	1589	1661.55	10.68	114.09
2020	5	1507	1637.34	-13.52	182.89
2021	6	1674	1613.49	-37.38	1396.45
2022	7	1674	1589.99	-60.88	3706.45
2023	8	1522	1566.82	-84.04	7063.22
2024	9	1544	1544.00	-106.87	11420.75
Jumlah	45.00	16204.00	16508.68	0.00	48401.29
Standar Deviasi					73.334

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat dianalisa standar devisiasi berdasarkan data proyeksi jumlah penduduk Metode Geometri.

$$SD = \sqrt{\frac{48401.29}{10-1}} = 73.334$$

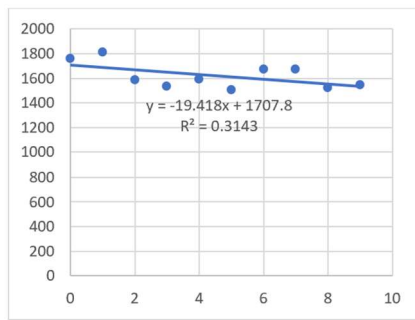
Dengan demikian didapatkan besar nilai Koefisien korelasi dan Standar deviasi untuk Metode Geometri adalah 0.5669 dan 73.334

3. Metode Least Square (Data Genap)

Metode ini juga dapat digunakan untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang mempunyai kecenderungan garis linear meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah.

Tabel 7. Pertumbuhan Jumlah Penduduk Metode Least Square (Data Genap) (*Sumber : RT Perumtel, 2024*)

Tahun	Tahun Proyeksi (X)	Jumlah Penduduk (Y) (Jiwa)
2015	0	1762
2016	1	1809
2017	2	1587
2018	3	1536
2019	4	1589
2020	5	1507
2021	6	1674
2022	7	1674
2023	8	1522
2024	9	1544



Gambar 4. Grafik Regresi Berdasarkan Data Jumlah Penduduk

Dari grafik regresi pada Gambar 4.10, diperoleh bahwa koefisien A bernilai 1707.8, sedangkan koefisien B bernilai -19.418. Dengan koefisien tersebut, laju pertumbuhan penduduk selanjutnya dapat analisis. Hasil analisis lengkap ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 8. Perhitungan Metode Koefisien Korelasi Metode Least Square (Data Genap) (Sumber : Hasil Analisa)

Tahun	JP Statistik Xi	JP Least Square Yi	(Xi-xr)	(Yi-yr)	X²	Y²	X·Y
1	2	3	4	5	6	7	8
2015	1762	1707.80	141.60	87.38	20050.56	7635.44	12373.15
2016	1809	1688.38	188.60	67.96	33569.96	4618.97	12817.82
2017	1587	1668.96	-33.40	48.55	1115.56	2356.62	-1621.403
2018	1536	1649.55	-84.40	29.13	7123.36	848.38	-2458.32
2019	1589	1630.13	-31.40	9.71	985.96	94.26	-304.86
2020	1507	1610.71	-113.40	-9.71	12859.56	94.26	-1101.00
2021	1674	1591.29	53.60	-29.13	2872.96	848.38	-1561.21
2022	1674	1571.87	53.60	-48.54	2872.96	2356.62	-2602.01
2023	1522	1552.46	-98.40	-67.96	9682.56	4618.97	-6687.56
2024	1544	1533.04	-76.40	-87.38	5836.96	7635.44	-6675.91
Jumlah	16204.00	16204.19	0.00	0.00	98970.40	31107.34	31107.64
Koefisien Korelasi Metode Least Square (r)					0.5606		

Berdasarkan tabel 8, maka nilai koefisien korelasi adalah:

$$r_{xy} = \frac{31107.64}{\sqrt{98970.40 \times 31107.34}} = 0.5606$$

Tabel 9. Parameter Statistik Data Penduduk Metode Least Square (Data Genap) (Sumber : Hasil Analisa)

Tahun	Tahun Ke (X)	JP Statistik Xi	JP Least Square Yi	(Yi - Y _{mean})	(Yi - Y _{mean})²
2015	0	1762	1707.80	87.38	7635.44
2016	1	1809	1688.38	67.96	4618.97
2017	2	1587	1668.96	48.55	2356.62
2018	3	1536	1649.55	29.13	848.38
2019	4	1589	1630.13	9.71	94.26
2020	5	1507	1610.71	-9.71	94.26
2021	6	1674	1591.29	-29.13	848.38
2022	7	1674	1571.87	-48.54	2356.62
2023	8	1522	1552.46	-67.96	4618.97
2024	9	1544	1533.04	-87.38	7635.44
Jumlah	45.00	16204.00	16204.19	0.00	31107.34
Standar Deviasi					58.791

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat dianalisa standar deviasi berdasarkan data proyeksi jumlah penduduk Least Square.

$$SD = \sqrt{\frac{31107.34}{10-1}} = 58.791$$

Dengan demikian didapatkan besar nilai Koefisien korelasi dan Standar deviasi untuk Metode Least Square adalah 0.5606 dan 58.791

4. Penentuan Metode Pertumbuhan Penduduk

Berdasarkan proses pemilihan metode pertumbuhan penduduk, penentuan dilakukan dengan membandingkan nilai koefisien korelasi dan nilai standar deviasi dari tiga metode, yaitu Aritmatik, Geometrik, dan Least Square. Metode yang dipilih adalah metode dengan nilai korelasi paling mendekati angka 1 serta memiliki standar deviasi terkecil.

Tabel 10. Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi dan Standar Deviasi (Sumber : Hasil Analisa)

Pemilihan Metode				
No	Metode	Nilai Korelasi (r)	Standar Deviasi (SD)	Keterangan
1	Aritmatik	0.561	73.336	-
2	Geometrik	0.567	73.334	-
3	Least Square	0.561	58.791	Terpilih

Dari tabel yang disajikan, terlihat bahwa ketiga metode memiliki koefisien korelasi yang sama yaitu 0,56. Namun nilai standar deviasi dari Metode Aritmatik dan Geometri memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding Metode Least Square. Berdasarkan hasil tersebut, Metode Least Square dipilih sebagai metode yang paling tepat untuk menganalisis pertumbuhan penduduk di Perumtel Kayu Tiga.

Tabel 11. Proyeksi Jumlah Penduduk 20 Tahun Mendatang Metode Least Square

TAHUN	t	JP (JIWA)
2025	10	1514
2029	14	1436
2034	19	1339
2039	24	1242
2044	29	1145

4.3 Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih mengacu pada standar penggunaan air dari Departemen Pekerjaan Umum (PU). Sistem pelayanan direncanakan mencakup 70% penduduk melalui sambungan rumah (SR) dan 30% melalui hidran umum (HU). Dari jumlah penduduk tahun 2024 sebesar 1.514 jiwa, sebanyak 1.060 jiwa termasuk dalam cakupan pelayanan. Kebutuhan air untuk sambungan rumah dengan standar 70 liter/orang/hari menghasilkan debit sebesar 0,6009 liter/detik

dengan jumlah sekitar 148 sambungan rumah. Sementara itu, kebutuhan air hidran umum dengan standar 30 liter/orang/hari sebesar 0,1104 liter/detik, sehingga total kebutuhan air domestik mencapai 0,7113 liter/detik.

Kebutuhan air non domestik diasumsikan sebesar 20% dari kebutuhan domestik, yaitu 0,1423 liter/detik, sehingga total kebutuhan air penduduk menjadi 0,8535 liter/detik. Dengan memperhitungkan kehilangan air sebesar 30%, total kebutuhan air bersih meningkat menjadi 1,1096 liter/detik. Selanjutnya, dengan mempertimbangkan fluktuasi pemakaian air menggunakan faktor hari maksimum 1,25 dan jam puncak 1,75, kebutuhan air maksimum pada jam puncak diperkirakan mencapai 1,9417 liter/detik atau setara dengan 0,0019417 m³/detik.

4.4 Solusi Penanganan Sistem Distribusi Air Bersih di Perumtel Kayu Tugan

4.2.1 Unit Sumber Air Baku

Unit sumber air baku di Perumtel Kayu Tiga memerlukan peningkatan pemeliharaan dan pengendalian kualitas guna menjaga kestabilan dan keberlanjutan pasokan air. Berdasarkan kondisi lapangan, brongkap dan bak pengendap mengalami penumpukan sedimen yang dapat mengurangi kapasitas efektif serta meningkatkan kekeruhan air, terutama pada musim hujan. Oleh karena itu, diperlukan pembersihan rutin pada brongkap dan bak pengendap secara berkala, minimal setiap tiga bulan, serta pemasangan penyaring kasar di bagian hulu untuk mencegah masuknya sampah dan ranting ke dalam sistem.

Selain itu, perlu disediakan saluran pembuangan sedimen agar proses pengeluaran endapan dapat dilakukan tanpa mengganggu aliran utama. Pemantauan debit mata air juga perlu dilakukan secara berkala, khususnya pada musim kemarau, untuk mengantisipasi penurunan debit dan mengatur distribusi air secara lebih efektif. Upaya perlindungan daerah tangkapan air juga penting dilakukan dengan menjaga vegetasi alami di sekitar sumber air serta membatasi aktivitas yang berpotensi menurunkan kualitas sumber air.

4.2.2 Pipa Transmisi Unit Air Baku

Pipa transmisi yang menghubungkan sumber air ke reservoir menggunakan pipa Galvanis (GIV) berdiameter 6 inci, namun berdasarkan kondisi lapangan ditemukan beberapa permasalahan seperti kebocoran,

sambungan yang kurang kuat, serta penumpukan sedimen dan lumut pada beberapa segmen pipa. Kondisi tersebut dapat menurunkan kapasitas aliran dan meningkatkan kehilangan air sebelum mencapai reservoir.

Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan menyeluruh pada jalur transmisi untuk mengidentifikasi titik kebocoran serta memperbaiki sambungan yang rusak. Selain itu, pembersihan pipa (flushing) secara berkala perlu dilakukan untuk menghilangkan sedimen dan lumut yang dapat menghambat aliran air, serta mempertimbangkan peningkatan diameter pipa pada bagian tertentu agar mampu menyalurkan debit kebutuhan puncak sebesar 1,9417 L/s.

4.2.3 Bak Reservoir

Reservoir berfungsi sebagai tempat penampungan sementara sebelum air didistribusikan kepada masyarakat. Reservoir eksisting berukuran 9,27 m × 6,30 m × 2,50 m dengan kapasitas sekitar 146 m³, yang secara umum masih mencukupi untuk kebutuhan pelayanan. Namun, berdasarkan kondisi lapangan, diperlukan peningkatan pemeliharaan agar reservoir dapat berfungsi lebih optimal. Upaya yang disarankan meliputi pembersihan sedimen secara berkala, perbaikan retakan atau kebocoran, pemasangan alat pengukur ketinggian air (level gauge) untuk memantau volume air, serta pelapisan ulang dinding reservoir menggunakan cat kedap air dan anti-lumut guna menjaga kualitas air dan ketahanan struktur.

Berdasarkan Kriteria Perencanaan Dirjen Cipta Karya Dinas PU (2000), kapasitas reservoir untuk kategori desa ditetapkan sebesar 15–25% dari kebutuhan air maksimum harian. Dengan kebutuhan air maksimum sebesar 1,9417 liter/detik (0,0019417 m³/detik) atau 167,763 m³/hari, maka volume reservoir minimum yang dibutuhkan sekitar 33,55 m³. Dibandingkan dengan kapasitas eksisting sebesar 146 m³, reservoir yang ada saat ini masih jauh mencukupi dan bahkan memberikan cadangan air yang lebih besar. Meskipun demikian, pemeliharaan dan peningkatan kualitas struktur tetap diperlukan agar reservoir dapat berfungsi secara optimal dan menjamin keandalan sistem distribusi air dalam jangka panjang.

4.2.4 Unit Air Bersih

Unit distribusi air bersih berfungsi menyalurkan air dari reservoir ke masyarakat melalui jaringan pipa dan sambungan rumah. Di Perumtel Kayu Tiga, sistem distribusi menggunakan pipa Galvanis (GIV) berdiameter 4 inci dan 2 inci sebagai jalur utama menuju pemukiman. Namun, hasil pengamatan menunjukkan sebagian pipa masih berada di permukaan tanah sehingga rentan mengalami kerusakan akibat tekanan fisik, perubahan suhu, maupun aktivitas masyarakat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pipa distribusi perlu ditanam sesuai kedalaman standar agar lebih terlindungi dari kerusakan dan potensi kontaminasi lingkungan. Sistem distribusi yang digunakan adalah sistem gravitasi, sehingga kinerja jaringan sangat bergantung pada kondisi pipa yang baik dan bebas hambatan. Oleh karena itu, perbaikan penataan pipa serta peningkatan kualitas jaringan distribusi perlu dilakukan agar penyaluran air bersih kepada masyarakat dapat berjalan lebih efektif dan berkelanjutan.

4.2.5 Rekomendasi Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih Agar Dapat Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Di Masa Depan

Berdasarkan hasil evaluasi jaringan transmisi dan distribusi air bersih di Perumtel Kayu Tiga, diperlukan rehabilitasi infrastruktur untuk meningkatkan kinerja sistem dalam memenuhi kebutuhan air di masa mendatang. Pada jaringan transmisi, disarankan penggantian material pipa menjadi High Density Polyethylene (HDPE) karena lebih tahan terhadap tekanan dan korosi. Selain itu, perlu dilakukan pemeriksaan menyeluruh pada jalur transmisi untuk mendeteksi kebocoran, memperbaiki sambungan pipa, serta melakukan pembersihan pipa (flushing) secara berkala agar sedimen dan lumut tidak menghambat aliran. Peningkatan diameter pipa juga perlu dipertimbangkan pada segmen tertentu agar mampu menyalurkan debit kebutuhan puncak sebesar 1,9417 L/det.

Pada jaringan distribusi, pipa sebaiknya ditanam sesuai kedalaman standar teknis agar lebih terlindungi dari kerusakan fisik dan risiko kontaminasi lingkungan. Hal ini penting karena sistem distribusi di Perumtel Kayu Tiga menggunakan sistem gravitasi yang sangat bergantung pada kondisi jaringan pipa yang baik dan bebas hambatan. Oleh karena itu,

penataan ulang jaringan pipa serta peningkatan kualitas jaringan distribusi menjadi langkah penting untuk menjamin pelayanan air bersih yang lebih optimal dan berkelanjutan bagi masyarakat.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting sistem jaringan distribusi air bersih di Perumtel Kayu Tiga secara umum masih berfungsi, namun belum optimal. Unit sumber air baku, pipa transmisi, reservoir, dan jaringan distribusi mengalami berbagai permasalahan teknis, seperti penumpukan sedimen, kebocoran pipa, pemasangan pipa yang tidak sesuai standar, serta kurangnya pemeliharaan rutin. Kondisi ini menyebabkan penurunan kualitas pelayanan, tekanan air yang tidak stabil, serta distribusi air yang belum merata kepada seluruh masyarakat.
2. Berdasarkan analisis proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2044, kebutuhan air bersih penduduk Perumtel Kayu Tiga mengalami peningkatan kebutuhan pada jam puncak sebesar $\pm 1,9417$ liter/detik. Secara kapasitas, sistem penyediaan air bersih masih mampu memenuhi kebutuhan tersebut, namun efisiensi sistem menurun akibat kehilangan air dan kondisi jaringan distribusi yang belum memenuhi standar teknis.
3. Hasil pengukuran debit pada sumber air Wai Soya Bawah menunjukkan bahwa debit yang tersedia saat ini masih mampu memenuhi kebutuhan air bersih penduduk Perumtel Kayu Tiga yang tersedia sekitar **0,0093 m³/detik dan 0.0484 m³/detik**. Namun, tanpa adanya pengelolaan dan pemeliharaan yang berkelanjutan, ketersediaan debit tersebut berpotensi mengalami penurunan dan tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air pada masa mendatang, khususnya pada kondisi debit minimum dan jam puncak pemakaian.
4. Untuk menjamin keberlanjutan pelayanan air bersih di masa depan, diperlukan upaya pengembangan sistem distribusi yang meliputi pemeliharaan rutin unit sumber air baku, perbaikan dan penggantian pipa yang

rusak, rehabilitasi reservoir, serta penataan ulang jaringan distribusi sesuai standar teknis. Selain itu, optimalisasi pengelolaan sistem melalui pemantauan debit dan simulasi hidraulika jaringan perlu dilakukan agar distribusi air bersih dapat berlangsung secara merata, berkelanjutan, dan memenuhi kebutuhan masyarakat Perumtel Kayu Tiga.

Pemenuhan Kebutuhan Air Rumah Tangga (Studi Kasus: Jln. Chr. M. Tiahahu, RT 008 Kota Masohi Kabupaten Maluku Tengah). *Jurnal Manumata*, 8(1), 66–74.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah:

1. Untuk Pemerintah Desa Soya dan Pengelola Perumtel Kayu Tiga, diharapkan dapat memberikan perhatian lebih terhadap kondisi jaringan distribusi air bersih, mulai dari pemeliharaan rutin brongkap, bak pengendap, reservoir, hingga jaringan pipa. Perbaikan secara bertahap dan terencana sangat penting agar distribusi air bersih dapat berlangsung optimal dan merata bagi seluruh warga.
2. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat dilakukan pengukuran debit pada musim kemarau dan musim penghujan secara terpisah agar data debit sumber lebih akurat. Disarankan juga untuk melakukan analisis kualitas air dan simulasi hidrolika jaringan menggunakan software secara lengkap agar dapat memperkuat rekomendasi teknis pengembangan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Akrom, F. I., & Soewaeli, S. A. (2015). Pengembangan Prototipe Counter Current Meter dengan Perhitungan Debit Secara Semi Otomatis. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 6(1), 51–62.
- Husain, S. K. (1978). *Water Suplay and Sanitary Engginering*.
- Jogiyanto, H. (2013). *Statistik untuk Penelitian*. Graha Ilmu.
- Marasabessy, I., Maelissa, N., & Serang, R. (2023). Evaluasi Ketersediaan Kebutuhan dan Penanggulangan Air Bersih di Dusun Lokki Desa Lokki Kecamatan Huamual Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Manumata*, 9(1), 47–56.
- Tiwery, C. J., Magrib, N. I. D., & Sahetapy, E. P. (2022). Analisis Pemanfaatan Air Hujan Dan Perencanaan Sistem Penampung Air Hujan Sebagai