

Studi Evaluasi Pemanfaatan Debit Sumber Air Kali Remu Untuk Kebutuhan Air Bersih Kota Sorong

Marthina Hermina Rumatarai, Agus Suharyanto, Yatnanta Padma Devia

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
Email: tina.rumatarai@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan salah satu komponen yang sangat penting bagi makhluk hidup termasuk manusia. Keberadaan air dalam bentuk sumber air dapat berupa mata air, air tanah, air permukaan (sungai, rawa, danau) yang mana perlu diperhatikan sisi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas. Untuk sumber air permukaan khususnya sungai umumnya memenuhi syarat kuantitas dan kontinuitas namun perlu penyelidikan lebih lanjut. Demikian pula hanya dengan kota Sorong, dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan air bersih tentu saja akan semakin meningkat. Untuk itu perlu melihat keberadaan potensi sumber air yang digunakan untuk kebutuhan air bersihnya.

Berdasarkan latar belakang diatas, Kota Sorong memerlukan perhitungan kembali kebutuhan air bersih, jumlah penduduk, serta jaringan pipa yang digunakan agar pemenuhan kebutuhan air bersih sesuai dengan potensi yang ada. Kebutuhan air bersih dihitung dari kebutuhan air domestik, kebutuhan air non domestik, kebutuhan harian maksimum dan kebutuhan jam puncak. Untuk memperkirakan jumlah penduduk pada tahun 2026, digunakan data sensus penduduk tahun-tahun sebelumnya yaitu data penduduk tahun 2009-2013. Selanjutnya, perhitungan proyeksi penduduk dihitung dengan tiga metode yaitu metode geometrik, metode aritmatik, metode *least square*, kemudian dipilih salah satu yang mendekati bentuk kurva dari data penduduk Kota Sorong. Perhitungan debit andalan dimaksudkan untuk menentukan besarnya debit yang tersedia untuk kebutuhan penyedia air bersih sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Debit andalan ini akan dibandingkan dengan kebutuhan air bersih, apakah bisa mencukupi atau tidak. Selanjutnya dilakukan perencanaan jaringan distribusi air bersih Kota Sorong dengan bantuan program EPANET 2.0.

Hasil penelitian jumlah penduduk Kota Sorong sampai dengan tahun 2026 sebesar 138.950 jiwa sedangkan debit kebutuhan air bersih jaringan pipa distribusi untuk Kota Sorong domestik = 159,29 L/det, kebutuhan non domestik = 23,74 L/det, kebutuhan harian rata-rata = 218,38 L/det, kebutuhan harian maksimum = 251,137 L/det, kebutuhan pada jam puncak = 262,056 L/det. Besarnya potensi sumber air baku untuk pemenuhan kebutuhan air bersih berkisar 251 L/det-310 L/det atau 21.686,4 m³/hari – 26.784 m³/hari sedangkan untuk total kebutuhan air bersih setelah dilakukan proyeksi hingga tahun 2026 adalah 22.641,64 m³/hari atau 262,056 L/det. Untuk memenuhi kebutuhan air tahun 2026 diperlukan penggantian pipa yakni pipa 3, pipa 5, pipa 6, pipa 7, pipa 8, pipa 9, pipa 11, pipa 12, pipa 14, dan pipa 15 dimana kondisi eksisting diameter pipa antara 25 mm – 300 mm menjadi 100 mm – 300 mm. Kecepatan pengaliran jaringan pipa umumnya memenuhi syarat yaitu 0,2 – 2 m/det, serta *headloss* yang memenuhi kriteria yaitu maksimal 10 m/km.

Kata kunci :Air Bersih, EPANET, Jaringan Pipa

ABSTRACT

Water is the most important components for living including to humans. The existence of water in the form of springs, ground water, surface water (rivers, swamps, lakes) need consider its quantity, quality, and continuity. For surface water sources, especially the river, generally fulfill the requirements of quantity and continuity, but need further investigation. City of Sorong, Papua Indonesia increasing population, need more clean water for living support.

Sorong City requires recalculation of population water requirement, and pipelines whether can fulfilled by existing system or not. The need for clean water is calculated from domestic water, non-domestic water, maximum daily demand, and peak hour demand. To estimating the population in 2026, was using the population census data in previous years from 2009 to 2013. Furthermore, the estimation of population was calculated by three methods: geometric method, arithmetic methods, least method, from these select three methods, further calculation was of the curve. The calculation of dependable flow purpose is determine the available flow to meet clean water in a year with considering the risk. The dependable flow will compare with clean water need, whether sufficient or not. Furthermore, Sorong City water distribution will be planned by using EPANET 2.0 program.

The result showed that population of Sorong City until 2026 is 138.950 people. Water demand for domestic, non domestic, average daily requirement, maximum daily and peak hour requirement are 159,29 L/s ; 23,74 L/s ; 218,38 L/s ; 251,137 L/s and 262,056 L/s, respectively. The amount of potential sources of raw water fulfill the needs for clean water is about 21.686 m³/day- 26.784 m³/day while for the total water demand after projection up to 2026 is a 22.641,64 m³/day or 262,056 L/s. In order to fulfill water requirement of 2026. Pipes number 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, and 15 should be changed from 25 mm – 300 mm to 100 mm – 300 mm. The velocity 0,2 - 2 m/s, and *headloss* that both of them are meet the standard of 10 m/km.

Keywords: EPANET, Pipe Distribution, Water Supply

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu komponen yang sangat penting bagi makhluk hidup termasuk manusia. Keberadaan air dalam bentuk sumber air dapat berupa mata air, air tanah, air permukaan (sungai, rawa, danau) yang mana perlu diperhatikan sisi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas. Untuk sumber air permukaan khususnya sungai umumnya memenuhi syarat kuantitas dan kontinuitas namun perlu penyelidikan lebih lanjut. Demikian pula hanya dengan Kota Sorong, dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan air bersih tentu saja akan semakin meningkat. Untuk itu perlu melihat keberadaan potensi sumber air yang digunakan untuk kebutuhan air bersihnya.

Sebagaimana yang sering terjadi pada wilayah/kawasan yang sedang berkembang, hal ini pun terjadi di Kota Sorong, dimana pelayanan air bersih di Kota Sorong dilaksanakan oleh PDAM TIRTA REMU. Sungai Kali Remu mempunyai debit air sekitar 300 L/det, dengan kapasitas terpasang 180 L/det, dan kapasitas terpakai sekitar 140 L/det. Wilayah sistem distribusi PDAM Kota Sorong mencakup 4 Kecamatan yaitu Kecamatan Sorong Timur, Kecamatan Sorong, Kecamatan Sorong Utara, dan Kecamatan Sorong Manoi. Jumlah penduduk Kecamatan Sorong Timur 25.482 jiwa, Kecamatan Sorong 33.950 jiwa, Kecamatan Sorong Utara 45.284 jiwa, dan Kecamatan Sorong Manoi adalah 34.219 jiwa. Dengan demikian, jumlah penduduk keseluruhan untuk 4 kecamatan tersebut adalah 138.935 jiwa (BPS, 2013). Lokasi studi disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas yaitu jumlah penduduk Kota Sorong sampai dengan tahun 2026, besar kebutuhan air bersih penduduk untuk wilayah Kota Sorong sesuai dengan kebutuhan penduduk tahun 2026, potensi sumber air baku yang bisa dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih tahun 2026, perencanaan jaringan distribusi air bersih PDAM Kota Sorong pada tahun 2026 berdasarkan kondisi eksisting.

Batasan masalah yang diberikan ialah sumber air Kali Remu dimanfaatkan untuk keperluan air bersih wilayah Kota Sorong, proyeksi kebutuhan air bersih didasarkan pada jumlah penduduk pada tahun 2026 dengan target layanan 80% jumlah

penduduk, memperhitungkan analisis kehilangan air, tidak menganalisis kualitas air, analisis hidrolika dilakukan dengan menggunakan paket Program EPANET



Gambar 1 Lokasi Studi
(Sumber: www.googlemaps.com)

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sumber-sumber Air

Sumber air baku untuk air bersih secara garis besar dapat digolongkan menjadi 4 (empat) bagian yaitu air laut, air atmosfer, air permukaan, dan air tanah yang masing-masing mempunyai karakteristik yang berbeda-beda ditinjau dari segi kualitas dan kuantitasnya. (Sutrisno, 2010 : 13).

2. Debit Andalan

Debit andalan adalah banyaknya air yang tersedia sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Probabilitas keandalan yang digunakan sebesar 80% hal ini berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit lebih kecil dari debit andalan sebesar 20% dari banyaknya pengamatan (Montarcih, 2010: 196).

Perhitungan debit andalan dimaksudkan untuk menentukan besarnya debit yang tersedia untuk kebutuhan penyedia air bersih sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Debit andalan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

1. Debit bulanan diurutkan dari data yang terbesar hingga data yang terkecil.
2. Menghitung probabilitas untuk masing-masing data dengan menggunakan persamaan:

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

P = Probabilitas

m = nomor urut data debit

n = jumlah data debit

3. Banyaknya kejadian dinyatakan dengan presentase.

4. Dibuat gambar hubungan antara prosentase sebagai absis dan besar debit sebagai ordinat.
5. Titik-titik hubungan antara prosentase dan besar debit dihubungkan sebagai kurva.
6. Ditentukan prosentase 80% keberhasilan.

3. Volume Air Andalan

Perhitungan volume air andalan ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah air yang dapat disediakan dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Dalam studi ini debit andalan diambil resiko kegagalan 20%. Volume debit andalan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$V = Q_A \times n \times 60 \times 60 \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

V = volume air yang tersedia tengah bulanan (L)

Q_A = debit andalan (L/det)

n = jumlah hari tengah bulanan

4. Perkembangan Penduduk

Dalam menghitung perkembangan penduduk dapat digunakan tiga metode untuk menganalisis pertumbuhan penduduk yang dipakai untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa yang akan datang yaitu :

➤ Metode geometrik

$$P_n = P_o (1+r)^n \dots\dots\dots (3)$$

$$r = \sqrt[m]{\frac{P_m}{P_i}} \dots\dots\dots (4)$$

dengan :

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun ke- n

P_o = jumlah penduduk awal tahun yang ditinjau

r = angka pertumbuhan penduduk

n = periode tahun yang ditinjau

P_m = Populasi data terakhir

P_i = Populasi data awal

m = Banyaknya data

➤ Metode aritmatik

$$P_n = P_o (1+n.r) \dots\dots\dots (5)$$

$$r = \frac{\% \text{pertambahan}}{\text{banyak data}} \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n

P_o = jumlah penduduk awal tahun yang ditinjau

r = angka pertumbuhan penduduk

n = periode tahun yang ditinjau

➤ Metode *least square*

$$P_n = a + b X \dots\dots\dots (7)$$

dengan :

P_n = Jumlah penduduk pada waktu n tahun mendatang

a, b = Konstanta

X = Pertambahan tahun

n = Jumlah data

$$a = \frac{(\sum Y \cdot \sum X^2) - (\sum X \cdot \sum XY)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}, b = \frac{(n \cdot \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (8)$$

4.1. Kebutuhan Air Bersih

Perkiraan kebutuhan air bersih dipengaruhi oleh jumlah penduduk, laju penduduk, golongan penduduk, dan besar industri yang akan dipasok air tersebut,serta fasilitas umum yang ada, selain itu faktor kebocoran air juga mempengaruhi kebutuhan air. Kebutuhan air terdiri dari :

Kebutuhan domestik

Kebutuhan domestik merupakan penggunaan air untuk keperluan rumah tangga dan kran umum. Kebutuhan air per orang per hari disesuaikan dengan standar yang biasa digunakan serta kriteria pelayanan berdasarkan pada kategori kotanya. Dalam setiap kategori kebutuhan air per orang per hari berbeda-beda, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Alokasi unit konsumsi air berdasarkan daerah dan jumlah penduduk

Sektor	Keterangan	Jumlah Penduduk	Kebutuhan air bersih	Satuan
Kategori I	Kota Metropolitan	> 1.000.000	190	Liter/orang/hari
Kategori II	Kota Besar	500.000 - 1.000.000	170	Liter/orang/hari
Kategori III	Kota Sedang	100.000 - 500.000	150	Liter/orang/hari
Kategori IV	Kota Kecil	20.000 - 100.000	130	Liter/orang/hari
Kategori V	Desa	10.000 - 20.000	100	Liter/orang/hari
Kategori VI	Desa Kecil	3.000 - 10.000	30	Liter/orang/hari

Sumber: SK-SNI Air bersih, 2002

Sumber: SK-SNI Air bersih, 2002

Kebutuhan non domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air baku yang digunakan untuk beberapa kegiatan seperti: kebutuhan institusional, kebutuhan komersial dan industri, kebutuhan fasilitas umum. Besarnya kebutuhan air untuk keperluan non domestik ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. Kebutuhan Air Non Domestik

Sektor	Kebutuhan air bersih	Satuan
Sekolah	5	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	1200	Liter/hari
Hotel/losmen	90	Liter/hari
Komersial/Industri	10	Liter/hari

Sumber: Dirjen Cipta Karya, 2000.

Kehilangan air dapat terjadi dalam bidang teknis maupun non teknis, misalnya kehilangan air saat terjadi pada jaringan pipa distribusi dan perlengkapannya, adanya sambungan liar, kesalahan pembacaan

5. Konsep Dasar Hidrolika Pipa

Dalam hidrolika, pipa memiliki konsep dasar yang berhubungan dengan perhitungan hidrolika air dalam pipa yakni prinsip kontinuitas, hukum *Bernoulli* dan kehilangan tinggi.

➤ Prinsip kontinuitas

$$Q = A \times v \dots\dots\dots (9)$$

dengan :

Q = debit air (m³/det)

A = Luas penampang (m²)

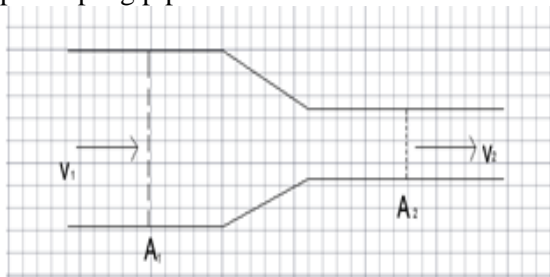
V = kecepatan aliran (m/det)

Prinsip kontinuitas pada suatu aliran dalam pipa adalah debit air yang masuk sama dengan debit air yang keluar :

$$Q_{masuk} = Q_{keluar}$$

$$Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \dots\dots\dots (10)$$

Adapun Gambar 2 berikut ini menunjukkan penampang pipa



Gambar 2 Penampang Pipa

meteran, kesalahan pencatatatan dalam penjumlahan atau pengurangan dan kehilangan air dari instalasi pengolahan atau pencucian di instalasi.

Kebutuhan air bersih setiap harinya tidak sama namun berfluktuasi. Pada umumnya kebutuhan air dibagi menjadi tiga kelompok :

a) Kebutuhan air rata-rata

Merupakan kebutuhan air rata-rata yang dikonsumsi per orang per hari, yang besarnya didekati dengan tabel standar kebutuhan air bersih.

b) Kebutuhan pada jam puncak

Kebutuhan air secara bersama-sama pada jam-jam tertentu setiap harinya.

c) Kebutuhan harian maksimum.

Kebutuhan air pada hari-hari tertentu yang mengalami puncak pemakaian, seperti adanya hari libur atau hari besar keagamaan.

$$\text{Kebutuhan harian maksimum} = 1,15 \times \text{kebutuhan harian rata-rata} \dots\dots\dots (11)$$

$$\text{Kebutuhan pada jam puncak} = 1,2 \times \text{kebutuhan harian rata-rata} \dots\dots\dots (12)$$

➤ Hukum Bernoulli

Hukum *Bernoulli* menyatakan jika tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik di dalam suatu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan. Hukum *Bernoulli* dinyatakan dengan persamaan :

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_l \dots\dots (13)$$

dengan:

Z = jarak tegak diatas suatu bidang mendatar (m)

p/γ = tinggi tekanan air (m)

v²/2g= tinggi kecepatan air (m)

h_l = kehilangan tinggi antar penampang 1 dan 2 (m)

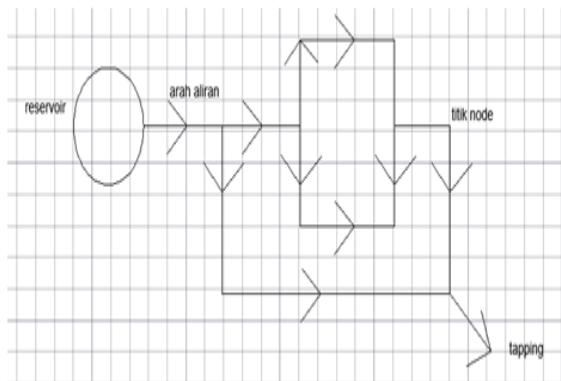
Untuk kehilangan energi dapat dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Kehilangan tinggi tekan mayor (*Major Losses*)
2. Kehilangan tinggi tekan minor (*minor losses*)

6. Komponen Sistem Distribusi Air

Suatu sistem distribusi air memiliki fasilitas sistem perpipaan, stasiun pompa, penampungan, katup dan meteran air. Fungsi

utama dari sistem distribusi air adalah mengirimkan debit penyediaan air yang dibutuhkan ke daerah layanan dengan tingkat tekanan yang layak. Komponen fisik sistem distribusi air dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Komponen fisik sistem distribusi air

7. Perpipaan (Pipa Distribusi)

Pipa distribusi berfungsi untuk mengalirkan air dari reservoir penampungan sampai ke konsumen. Agar air yang ada di dalam reservoir penampungan sampai ke konsumen diperlukan sisten jaringan pipa distribusi. Pipa-pipa yang digunakan untuk mengalirkan air bersih pada sistem jaringan distribusi air antara lain (Triatmodjo, 2003 : 51) pipa primer/pipa induk, pipa sekunder, pipa tersier, pipa service (pipa pelanggan).

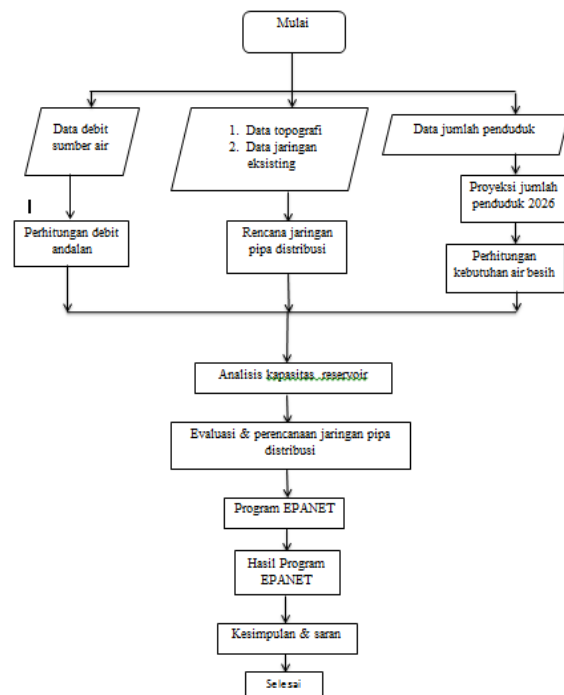
8. Program EPANET

EPANET merupakan program komputer untuk pemodelan jaringan pipa yang bersifat *public-domain* yang dikembangkan oleh U.S. *Environmental Protection Agency* (US.EPA). EPANET dapat mensimulasikan perilaku hidrolika dan kualitas air dalam jaringan pipa. Program komputer ini dapat menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kuantitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, tapping, dan tangki air atau reservoir.

METODOLOGI PENELITIAN

Sistematika penyusunan skripsi merupakan suatu kerangka berpikir dalam pengerjaan skripsi mulai dari ide dasar, pengumpulan data, pengolahan data, analisa dan pembahasan sampai penarikan

kesimpulan. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Debit Andalan

Perhitungan debit andalan dimaksudkan untuk menentukan besarnya debit yang tersedia untuk kebutuhan penyediaan air bersih sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Probabilitas keandalan yang digunakan sebesar 80%, hal ini berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit lebih kecil dari debit andalan 20% dari banyaknya pengamatan. Cara perhitungan debit andalan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung debit rata-rata bulanan pada diurutkan dari data yang terbesar hingga data yang terkecil menurut bulan,
2. Menghitung probabilitas untuk masing-masing nomor urut data.
3. Membuat gambar hubungan antara prosentase sebagai absis dan besar debit sebagai ordinat untuk tiap bulan.
4. Menghubungkan titik-titik antara prosentase dan besar debit dihubungkan sebagai grafik.
5. Menentukan prosentase 80% keberhasilan.

6. Menentukan debit andalan dari kemungkinan debit terpenuhi 80% diperlihatkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Debit Andalan dengan Probabilitas Keberhasilan 80%

Bulan	Debit Andalan (l/det)
Januari	269
Februari	271
Maret	310
April	289
Mei	289
Juni	275
Juli	279
Agustus	280
September	265
Oktober	260
November	251
Desember	279

2. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Besarnya kebutuhan air bersih tergantung jumlah penduduk (kebutuhan domestik) dan fasilitas-fasilitas. Untuk menghitung kebutuhan domestik, perlu diperkirakan jumlah penduduk pada masa yang akan datang dengan cara perhitungan proyeksi penduduk.

3. Proyeksi Jumlah Penduduk

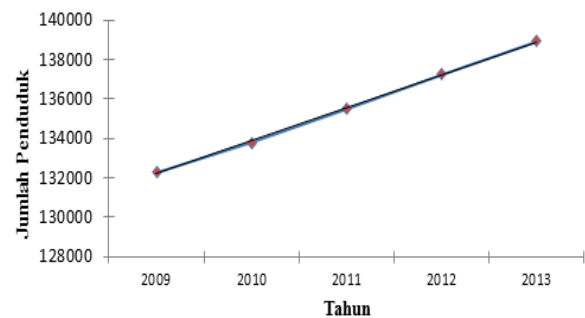
Untuk memperkirakan jumlah penduduk pada tahun 2026, digunakan data sensus penduduk tahun-tahun sebelumnya yaitu data penduduk tahun 2009-2013. Data penduduk kota Sorong tahun 2009-2013 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Penduduk Kota Sorong Tahun 2009-2013.

Tahun	Jumlah Penduduk (orang)				Total
	Kec.Sorong Timur	Kec.Sorong	Kec.Sorong Utara	Kec.Sorong Manoi	
2009	24.658	31.264	43.489	32.875	132.286
2010	24.850	31.858	43.810	33.246	133.764
2011	25.060	32.504	44.302	33.627	135.493
2012	25.150	33.180	44.785	34.108	137.223
2013	25.482	33.950	45.284	34.219	138.935

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Sorong

Dari Tabel 4 dapat digambarkan grafik data penduduk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Jumlah Penduduk Kota Sorong tahun 2009-2013.

Perhitungan proyeksi penduduk dalam studi ini, digunakan tiga metode yaitu metode geometrik, metode aritmatik, metode *least square*, kemudian dipilih salah satu yang mendekati nilai dari 1. Hasil perhitungan 3 metode dapat dilihat pada Tabel 5 metode geometrik, Tabel 6 metode aritmatik, Tabel 7 metode *least square* sebagai berikut:

- Perhitungan proyeksi penduduk dengan Metode Geometrik

Tabel 5. Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Geometrik Kota Sorong

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	R	x	y (ln P)	x.y	x ²	y ²
2009	132.286	-	1	11,793	11,793	1	139,0748
2010	133.764	0,0112	2	11,803	23,606	4	139,3108
2011	135.493	0,0129	3	11,816	35,448	9	139,6179
2012	137.223	0,0127	4	11,829	47,316	16	139,9252
2013	138.935	0,0123	5	11,842	59,21	25	140,233
Jumlah		0,0491	14	47,29	165,58	54	2236,344

Sumber : Hasil Perhitungan

$$r = \frac{[n(\sum XY)] - [(\sum X)(\sum Y)]}{\{[n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2][n(\sum X^2) - (\sum X)^2]\}^{0.5}}$$

$$= 0,7564$$

- Perhitungan proyeksi penduduk dengan Metode Aritmatik

Tabel 6. Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Aritmatik Kota Sorong

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	x	y	x.y	x ²	y ²
2009	132286					
2010	133764	1	1478	1478	1	2184484
2011	135493	2	1729	3458	4	2989441
2012	137223	3	1730	5190	9	2992900
2013	138935	4	1712	6848	16	2930944
	Jumlah	10	6649	16974	30	11097769

$$r = \frac{[n(\sum XY)] - [(\sum X)(\sum Y)]}{\{[n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2][n(\sum X^2) - (\sum X)^2]\}^{0.5}}$$

$$= 0,7739$$

- Perhitungan proyeksi penduduk dengan Metode *Least Square*

Tabel 7. Perhitungan Koefisien Korelasi Metode *Least Square* Kota Sorong

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	x	x.y	x ²	y
2009	132286	-1	132286	4	132286
2010	133764	2	133764	1	133764
2011	135493	3	135493	0	135493
2012	137223	4	137223	1	137223
2013	138935	5	138935	4	138935
	Jumlah	15	677701	10	677701

Sumber : Hasil Perhitungan

$$r = \frac{[n(\sum XY)] - [(\sum X)(\sum Y)]}{\{[n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2][n(\sum X^2) - (\sum X)^2]\}^{0.5}}$$

$$= 0,4593$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas bahwa metode aritmatik yang paling mendekati nilai dari 1 sehingga hasil perhitungan dapat ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Proyeksi Jumlah Penduduk Hingga Tahun 2026

Tahun	Aritmetik
2013	138935
2014	138936
2015	138937
2016	138938
2017	138939
2018	138941
2019	138942
2020	138943
2021	138944
2022	138946
2023	138947
2024	138948
2025	138949
2026	138950

Pada tahun 2026 TIRTA REMU Kota Sorong menargetkan 80% dari jumlah penduduk total terlayani oleh air bersih. Untuk selanjutnya jumlah penduduk yang terlayani dapat ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Jumlah Penduduk 80% Terlayani tahun 2026

No	Kecamatan	Jumlah penduduk tahun		Jumlah penduduk 80% terlayani (jiwa)
		2009	2026	
1	Kec.Sorong Timur			
2	Kec.Sorong			
3	Kec.Sorong Utara	132.286	138.950	111.160
4	Kec.Sorong Manoi			

Sumber : Hasil Perhitungan

4. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

- Proyeksi penduduk Kota Sorong tahun 2026 = 138950 jiwa
- Jumlah penduduk Kota Sorong dengan 80% tahun 2026 = 111.160 jiwa
- Rasio Sambungan Rumah(SR) dengan Kran Umum (KU) = 80 : 20
- Kebutuhan air bersih untuk Sambungan Rumah (SR) 150 L/hari/orang dan untuk Kran Umum (KU) 15 L/hari/orang

- Jumlah Sambungan Rumah (SR) yaitu 80% dari jumlah penduduk yang terlayani dengan asumsi tiap rumah dihuni 6 orang

$$SR = \frac{(80\% \times 111.160)}{6} = 14.821$$

- Jumlah Kran Umum (KU) yaitu 20% dari jumlah penduduk yang terlayani dengan asumsi KU melayani 100 orang

$$KU = \frac{(20\% \times 111.160)}{100} = 222$$

- Kebutuhan air domestik

$$Q_{SR} = (111.160 \times 150 \times 80\%) \cdot 10^{-3} = 13.339,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{KU} = (111.160 \times 15 \times 20\%) \cdot 10^{-3} = 333,48 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_d = Q_{SR} + Q_{KU} = 13.672,68 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Kebutuhan air non domestik

$$Q_{nd} = 15\% Q_d = 15\% \times 13.672,68 = 2.050,902 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Kebutuhan air domestik dan non domestik

$$Q_{Keb} = Q_d + Q_{nd} = 13.672,68 + 2.050,902 = 15.723,582 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Kehilangan air

$$Q_{hilang} = 20\% \times Q = 20\% \times 15.723,582 = 3.144,716 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Kebutuhan air

$$Q = Q_{Keb} + Q_{hilang} = 15.723,582 + 3.144,716 = 18.868,298 \text{ m}^3/\text{hari} = 218,38 \text{ L/det}$$

- Kebutuhan air harian maksimum

$$Q_{maks} = 1,15 \times Q = 1,15 \times 218,38 \text{ L/det} = 251,137 \text{ L/det} = 21.698,24 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Kebutuhan air pada jam puncak

$$Q_{peak} = 1,2 \times Q = 1,2 \times 218,38 = 262,056 \text{ L/det} = 22.641,64 \text{ m}^3/\text{hari}$$

5. Perhitungan Volume Air Andalan

Perhitungan volume air andalan ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah air yang dapat disediakan dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan Volume Air Dari Debit Andalan

Periode	Bulan	Tengah bulanan	Jumlah hari	Debit andalan (lt/dt)	Volume x 10 ⁶ (m ³)	
I	Desember	I	15	279	36.158	
		II	16	279	38.569	
	Januari	I	15	269	34.862	
		II	16	269	37.186	
	Februari	I	15	271	35.121	
		II	15	271	35.121	
	Maret	I	15	310	40.176	
		II	16	310	42.854	
	Total					300.047
	II	April	I	15	289	37.454
			II	15	289	37.454
		Mei	I	15	289	37.454
II			16	289	39.951	
Juni		I	15	275	35.640	
		II	15	275	35.640	
Juli		I	15	279	36.158	
		II	16	279	38.569	
Total					298.320	
III		Agustus	I	15	280	36288
			II	16	280	38707
		September	I	15	265	34344
	II		15	265	34344	
	Oktober	I	15	260	33696	
		II	16	260	35942	
	November	I	15	251	32529	
		II	15	251	32529	
	Total					278379

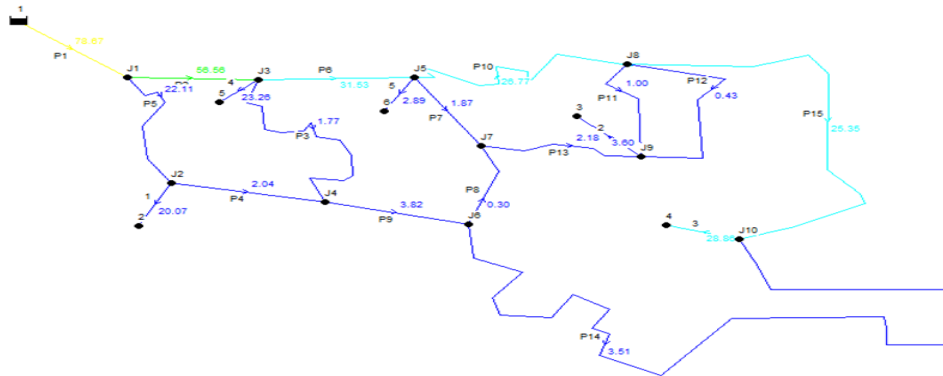
Debit andalan untuk pemenuhan kebutuhan air bersih kota Sorong berkisar 251 L/det - 310 L/det atau 21.686,4 m³/hari – 26.784 m³/hari, dimana yang terendah adalah di bulan November dan tertinggi adalah di bulan Maret, sedangkan untuk kebutuhan air jam puncak setelah dilakukan proyeksi hingga tahun 2026 adalah 22.641,64 m³/hari atau 262,0561 L/det. Dengan demikian, potensi sumber air ini masih dapat memenuhi kebutuhan air untuk tahun 2026.

6. Analisa Kapasitas Reservoir

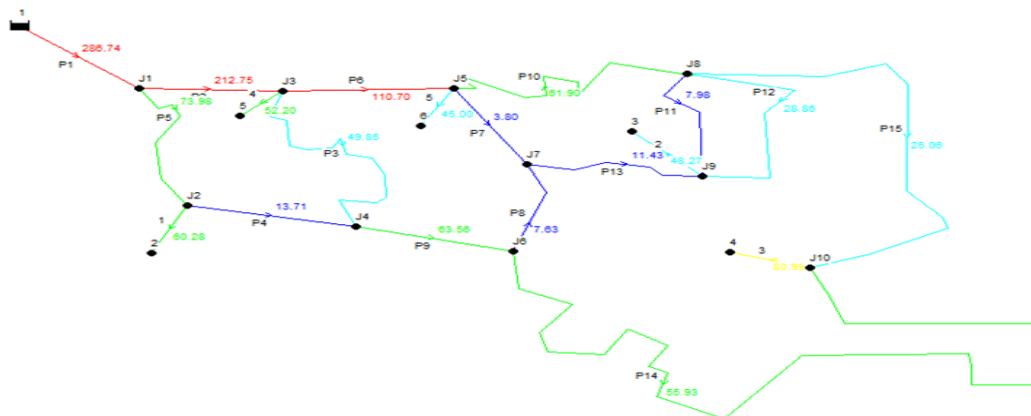
Dari hasil perhitungan debit air, besarnya debit kebutuhan air bersih guna memenuhi kebutuhan air bersih daerah layanan Kota Sorong sampai dengan tahun 2026 adalah 262,056 L/det sedangkan debit sumber dari kali remu yang diberikan kepada Kota Sorong yaitu sebesar 300 L/det atau 25.920 m³/hari. Jadi PDAM Tirta Remu Sorong masih mampu mencukupi kebutuhan air bersih yang harus disalurkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat dengan debit yang mampu dicapai.

7. Analisa Hidrolis Jaringan Pipa Dengan Menggunakan Program EPANET

Jaringan pipa eksisting dan perencanaan dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 berikut ini:



Gambar 6. Jaringan pipa Kota Sorong kondisi eksisting



Gambar 7. Proyeksi perencanaan jaringan pipa distribusi Kota Sorong tahun 2026

Adapun input dari analisis hidrolis kondisi eksisting ditunjukkan oleh Tabel 11.

Tabel 11. Input analisis hidrolis kondisi eksisting

No Pipe	Length	Diameter (mm)	Roughness
1	977.92	300	140
2	1022.6	300	140
3	1015.1	100	140
4	1014	100	140
5	1019.4	250	140
6	1009.4	250	140
7	1009	75	140
8	1030.1	25	140
9	1012	150	140
10	1005	200	140
11	970	150	140
12	902.3	100	140
13	1003	100	140
14	2742.4	100	140
15	2542.4	150	140

Sumber: Hasil analisa program EPANET, 2017

Adapun input dari analisis hidrolis perencanaan 2026 ditunjukkan oleh Tabel 12

Tabel 12. Input analisis hidrolis perencanaan 2026

No Pipe	Length	Diameter (mm)	Roughness
1	977.92	300	140
2	1022.6	300	140
3	1015.1	200	140
4	1014	100	140
5	1019.4	300	140
6	1009.4	300	140
7	1009	150	140
8	1030.1	100	140
9	1012	200	140
10	1005	200	140
11	970	200	140
12	902.3	150	140
13	1003	100	140
14	2742.4	250	140
15	2542.4	200	140

Sumber: Hasil analisa program EPANET, 2017

Adapun input dari analisis hidrolis untuk debit yang dikeluarkan kondisi eksisting oleh Tabel 13.

Tabel 13. Input analisis hidrolis untuk debit yang dikeluarkan kondisi eksisting

No Junc	Flow (l/det)
1	0
2	20,07
3	23,26
4	0
5	2,89
6	0
7	0
8	0
9	3,6
10	28,85

Sumber: Hasil analisa program EPANET, 2017

Adapun input dari analisis hidrolis untuk debit yang dikeluarkan kondisi eksisting oleh Tabel 14.

Tabel 14. Input analisis hidrolis untuk debit yang dikeluarkan tahun 2026

No Junc	Flow (l/det)
1	0
2	60,28
3	52,20
4	0
5	45,00
6	0
7	0
8	0
9	42,87
10	80,99

Sumber: Hasil analisa program EPANET, 2017

Dalam program EPANET ini menghasilkan data output jaringan pipa distribusi terlihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Output jaringan pipa distribusi dengan bantuan program EPANET

Link Id	Kondisi Eksisting			Perencanaan 2026		
	Flow (L/det)	Velocity(m/det)	Unit Headloss(m/km)	Flow (L/det)	Velocity(m/det)	Unit Headloss
P1	78.67	1.11	3.59	286.74	1.49	7.6
P2	56.56	0.81	1.97	212.75	1.06	4.0
P3	1.77	0.14	0.28	49.85	0.65	1.6
P4	2.04	0.21	0.21	13.71	0.59	2.1
P5	22.11	0.44	0.81	73.98	0.66	4.8
P6	31.53	0.66	1.71	110.7	0.64	3.9
P7	1.87	0.47	3.73	3.8	0.51	6.7
P8	0.30	0.21	2.98	7.63	0.71	4.7
P9	3.82	0.63	6.26	63.56	0.55	4.4
P10	26.77	0.88	3.52	61.9	0.84	3.3
P11	1.00	0.06	0.06	7.98	0.52	6.7
P12	0.43	0.05	0.05	28.86	0.5	2.2
P13	2.18	0.28	0.99	11.43	0.84	2.9
P14	3.51	0.34	2.39	55.93	0.53	5.6
P15	25.35	0.53	1.07	25.06	0.65	7.6

Sumber: Hasil analisa program EPANET, 2017

Pipa distribusi eksisting masih bisa mengalirkan air hingga perencanaan tahun 2026. Namun perlu penggantian dimensi pipa pada tahun 2026 seiring dengan meningkatnya kebutuhan air bersih. Pipa yang diganti yakni pipa 3, pipa 5, pipa 6, pipa 7, pipa 8, pipa 9, pipa 11, pipa 12, pipa 14, dan pipa 15 dimana kondisi eksisting diameter pipa antara 25 mm – 300 mm menjadi 100 mm – 300 mm. Kecepatan pengaliran jaringan pipa umumnya memenuhi syarat yaitu 0,2 – 2 m/det, elevasi serta ketinggian tandon sebesar 53 meter, serta *headloss* yang memenuhi kriteria yaitu maksimal 10 m/km.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data dan evaluasi pemanfaatan air untuk kebutuhan air bersih Kota Sorong dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Jumlah penduduk Kota Sorong sampai dengan tahun 2026 diperkirakan sebesar 138.950 jiwa.
- Debit kebutuhan air bersih jaringan pipa distribusi untuk Kota Sorong sampai tahun 2026 dengan jumlah penduduk 138.950 jiwa adalah 262,056 L/det.
- Besarnya potensi sumber air baku untuk pemenuhan kebutuhan air bersih berkisar 251 L/det-310 L/det atau 21.686,4 m³/hari – 26.784 m³/hari sedangkan untuk total kebutuhan air bersih setelah dilakukan proyeksi hingga tahun 2026 adalah 22.641,64 m³/hari atau 262,056 L/det. Dengan demikian, potensi sumber air ini

masih dapat memenuhi kebutuhan air untuk tahun 2026.

- Untuk memenuhi kebutuhan air pada tahun 2026 diperlukan penggantian pipa yakni pipa 3, pipa 5, pipa 6, pipa 7, pipa 8, pipa 9, pipa 11, pipa 12, pipa 14, dan pipa 15 dimana kondisi eksisting diameter pipa antara 25 mm – 300 mm menjadi 100 mm – 300 mm. kecepatan pengaliran jaringan pipa umumnya memenuhi syarat yaitu 0,2 – 2 m/det, serta *headloss* yang memenuhi kriteria yaitu maksimal 10 m/km.

Saran

- Pelayanan PDAM Tirta Remu harus lebih ditingkatkan lagi, karena kebutuhan air bersih akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Kota Sorong.
- Dari perhitungan sebelumnya, diperoleh hasil bahwa tiap daerah yang dilayani sumber air Kali Remu hampir semua penduduk umumnya bisa dilayani, maka dari itu perlu memanfaatkan sumber air yang ada secara bijaksana agar dapat berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allafa, 2008. *Air Bersih*. Diakses dari: <http://www.indoskripsi.com> [diakses: 21 April 2015].
- Murray R. Spiegel, Buku Statistik Edisi Kedua. Anonim Dasar Demografi, Lembaga Penerbit FE-UI, Jakarta.
- Ditjen Cipta Karya, 2000. *Pedoman Penyusunan Perencanaan Teknis Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Lampiran III*. Jakarta : Ditjen Cipta Karya.
- Haested Methods, 2001. *Computer Applications In Hydraulic Engineering*. Waterbury CT, USA: Haested Press.
- Kusnoputranto, H, 2000. *Kesehatan Lingkungan*. Edisi Revisi Fakultas Kesehatan Masyarakat UI, Jakarta
- Limantara, Lily Montarcih. 2010. *Hidrologi Teknik Dasar*. Malang : CV. Citra Malang.
- Muliakusuma, Sutarsih, 2000. *Proyeksi Penduduk*. Jakarta: Fakultas Ekonomi UI.
- Sutrisno, T. 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Sutrisno, T. 2010. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Triatmodjo Bambang. 2003. *Hidraulika II*. Yogyakarta : Beta Ofset.

