

Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Kota Padangsidimpuan

Hasanul Arifin Purba¹, Fahri Hambali², Azmyn Yusri³, Mizanuddin Sitompul⁴

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan

Email : hasanulpurba@polmed.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 15 Februari 2025

Revised: 30 Maret 2025

Accepted: 12 Maret 2025

Keywords:

Kebutuhan Air Bersih

Ketersediaan Air Bersih

Aritmatika

Geometrik

Kota Padangsidimpuan

Published by

Impressio: Jurnal Teknologi dan Informasi

Copyright © 2025 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Kota Padangsidimpuan merupakan salah satu kota yang sedang mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan. Dengan laju pertumbuhan penduduk serta pesatnya pembangunan perkotaan, PDAM dituntut untuk mampu mengantisipasi lonjakan permintaan air bersih yang semakin meningkat. Penelitian ini melakukan analisis terhadap kebutuhan air bersih berdasarkan proyeksi pertumbuhan penduduk dan dibandingkan dengan kapasitas ketersediaan air dari PDAM Tirtanadi Kota Padangsidimpuan. Proyeksi jumlah penduduk dengan pendekatan geometrik maupun aritmatika digunakan untuk menentukan berapa jumlah penduduk yang menggunakan air bersih di masa yang akan datang. Dari hasil perhitungan, diketahui kebutuhan air bersih di Kota Padangsidimpuan mengalami peningkatan dari sebesar 0,38161 m³/detik pada tahun 2025 menjadi sebesar 0,45286 m³/detik pada tahun 2035. Proyeksi jumlah produksi dan distribusi air bersih di Kota Padangsidimpuan mengalami peningkatan dari sebesar 0,13085 m³/detik pada tahun 2025 menjadi sebesar 0,21012 m³/detik pada tahun 2035. Neraca air menunjukkan kondisi defisit setiap tahunnya dari tahun 2025 hingga 2035. PDAM Tirtanadi perlu merencanakan peningkatan kapasitas penyediaan air bersih, baik melalui pembangunan sumber air baku maupun peningkatan kapasitas instalasi distribusi air, terutama ke wilayah yang selama ini belum terlayani dengan baik

Padangsidimpuan City is experiencing significant population growth. With this rapid population growth and rapid urban development, the Regional Water Company (PDAM) is required to anticipate the increasing demand for clean water. This study analyzes clean water needs based on population growth projections and compares them to the water capacity of the Tirtanadi PDAM in Padangsidimpuan City. Population projections using geometric and arithmetic approaches are used to determine the number of residents using clean water in the future. From the calculation results, it is known that the need for clean water in Padangsidimpuan City has increased from 0.38161 m³/second in 2025 to 0.45286 m³/second in 2035. The projection of the amount of production and distribution of clean water in Padangsidimpuan City has increased from 0.13085 m³/second in 2025 to 0.21012 m³/second in 2035. The water balance shows a deficit condition every year from 2025 to 2035. PDAM Tirtanadi needs to plan to increase the capacity of clean water supply, both through the construction of raw water sources and increasing the capacity of water distribution installations, especially to areas that have not been well served.

Corresponding Author:

Hasanul Arifin Purba

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan

Jalan Almamater No. 1, Kampus USU Padang Bulan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia 20155

Email: hasanulpurba@polmed.ac.id

PENDAHULUAN

Penyediaan air bersih saat ini menjadi perhatian khusus bagi negara – negara maju maupun negara berkembang, dan Indonesia merupakan negara yang tidak terlepas dari masalah penyediaan air

bersih bagi masyarakatnya. Indonesia menghadapi tantangan dalam penyediaan air akibat perbedaan kondisi geografis, variasi iklim, serta periode musim kemarau yang panjang (Savitri, 2023). Berdasarkan laporan Joint Monitoring Programme (JMP) WHO/UNICEF, tercatat bahwa hanya sekitar 59% masyarakat Indonesia yang dapat mengakses layanan air bersih (Sukmara, 2020).

Pentingnya peranan air bagi manusia membuat pengadaannya harus memiliki beberapa syarat, di antaranya sehat, bersih, dan berkelanjutan (Rolia, 2023). Ketiga syarat tersebut merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi bagi instansi penyedia jasa layanan air bersih seperti Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Pemerintah melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), berusaha menyediakan kebutuhan air bersih bagi masyarakat. Akan tetapi, dengan laju pertumbuhan penduduk serta pesatnya pembangunan perkotaan, PDAM dituntut untuk mampu mengantisipasi lonjakan permintaan air bersih yang semakin meningkat. (Kurniawan, 2024). Namun dalam pelaksanaannya ditemukan berbagai kendala, salah satunya disebabkan oleh masih terbatasnya distribusi air kepada masyarakat, yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya tingkat kesehatan manusia (Alfian, 2024).

Secara global, populasi perkotaan meningkat hingga 30% sejak tahun 1950 dan melampaui 50% pada 2010 (Padowski, 2012). Kondisi ini menjadikan pemenuhan kebutuhan air di wilayah perkotaan sebagai persoalan utama yang semakin kompleks (Muntalif, 2017). Pertumbuhan jumlah penduduk, laju urbanisasi, intensifikasi sektor pertanian, perkembangan industri, serta kebutuhan lingkungan turut mendorong peningkatan kebutuhan air dan lahan (Fulazzaky, 2014). Kawasan perkotaan menjadi wilayah yang paling terdampak akibat urbanisasi yang masif, sehingga rentan terhadap ketersediaan air. Kerentanan ini mencerminkan kegagalan sistem penyediaan air yang belum mampu berjalan seiring dengan pemenuhan beragam kebutuhan, baik untuk penduduk, lingkungan, maupun sektor pertanian (Padowski, 2014). Oleh karena itu, tantangan terbesar kota adalah menjamin ketersediaan layanan publik bagi jumlah penduduk yang terus bertambah, termasuk penyediaan air bersih (Closas, 2012).

Kota Padangsidimpuan merupakan salah satu kota yang sedang mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka kebutuhan air bersih juga ikut meningkat. Penelitian ini melakukan analisis terhadap kebutuhan air bersih berdasarkan proyeksi pertumbuhan penduduk dan dibandingkan dengan kapasitas ketersediaan air dari PDAM Tirtanadi Kota Padangsidimpuan.

METODE PENELITIAN

Kebutuhan air bersih merupakan jumlah air yang diperlukan guna memenuhi kebutuhan masyarakat, yang dikelompokkan ke dalam dua jenis penggunaan, yaitu domestik (rumah tangga) dan non-domestik (Surti, 2021). Kebutuhan air domestik merujuk pada volume air yang dipakai di rumah untuk aktivitas sehari-hari, seperti memasak, mencuci, minum, serta kebutuhan rumah tangga lainnya. Perencanaan kebutuhan ini sangat penting dilakukan karena pemakaian air bersifat berubah-ubah atau tidak tetap (Pahude, 2022). Salah satu cara untuk menentukan berapa jumlah penduduk yang menggunakan air bersih di masa yang akan datang dapat dilakukan dengan melakukan proyeksi jumlah penduduk.

Metode perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dapat dilakukan dengan pendekatan geometrik maupun aritmatika. Setelah hasil perhitungan dibandingkan, peneliti kemudian menentukan salah satu metode sebagai dasar dalam memperkirakan kebutuhan air. Pertumbuhan penduduk yang diproyeksikan menunjukkan tren peningkatan tiap tahunnya, sehingga dapat dijadikan acuan untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa mendatang (Walujodjati, 2022). Adapun dua metode tersebut yang digunakan dalam perencanaan penyediaan air bersih adalah sebagai berikut:

Metode Aritmatika

$$P_n = P_0 + n(I)$$

Keterangan:

P_n = jumlah penduduk tahun n (jiwa)

P_t = jumlah penduduk pada tahun awal (jiwa)

n = periode waktu dalam tahun

I = laju pertumbuhan penduduk (jiwa)

Metode Geometri

$$P_n = P_0(1+r)^n$$

Keterangan:

P_n = jumlah penduduk tahun n (jiwa)

P_0 = jumlah penduduk tahun awal (jiwa)

n = periode waktu dalam tahun

r = laju pertumbuhan penduduk (%)

Lokasi penelitian berada di Kota Padangsidempuan lebih khusus lagi pada PDAM Tirtanadi Cabang Tapanuli Selatan yang berada di Jl. Mawar, Ujung Padang, Kec. Padangsidempuan Selatan Kota Padangsidempuan, Sumatera Utara.

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data sekunder yang didapatkan dari PDAM Tirtanadi Kota Padangsidempuan serta BPS Kota Padangsidempuan. Adapun data-data yang digunakan adalah:

1. Data distribusi dan produksi Padangsidempuan PDAM Tirtanadi Cabang Tapanuli Selatan
2. Data jumlah penduduk Kota Padangsidempuan dari tahun 2021 - 2025
3. Data jumlah siswa dan guru Kota Padangsidempuan tahun 2025
4. Data jumlah tempat ibadah Kota Padangsidempuan tahun 2025
5. Data jumlah layanan Kesehatan Kota Padangsidempuan tahun 2025
6. Data jumlah unit niaga Kota Padangsidempuan tahun 2025

HASIL PENELITIAN

Analisis Kebutuhan Air Bersih Domestik

Kebutuhan air bersih domestik diperoleh berdasarkan jumlah penduduk 10 tahun mendatang. Dalam memperkirakan jumlah penduduk pada tahun 2035, digunakan dua metode yaitu metode Aritmatika dan metode Geometrik, di mana dari kedua metode tersebut akan dipilih hasil proyeksi paling besar untuk digunakan sebagai dasar dalam memperkirakan kebutuhan air bersih untuk penduduk dimasa yang akan datang.

Proyeksi jumlah penduduk dilakukan berdasarkan data jumlah penduduk dari tahun sebelumnya. Data jumlah penduduk di Kota Padangsidempuan yang digunakan adalah data tahun 2021-2025 yang dapat dilihat di Tabel 1. Adapun data pertumbuhan penduduk dari tahun 2021 - 2025 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Penduduk Kota Padangsidempuan Tahun 2021 - 2025

Tahun	Jumlah Penduduk
2021	227.674
2022	231.062
2023	236.217
2024	240.067
2025	243.843

Sumber : BPS Kota Padangsidempuan, 2025

Tabel 2. Pertumbuhan Penduduk Kota Padangsidempuan Tahun 2021 - 2025

No.	Tahun	Jumlah (Jiwa)	Pertumbuhan Aritmatika (jiwa)	Pertumbuhan Geometrik (%)
1	2021	227.674		
			3.388	1,49%
2	2022	231.062		
			5.155	2,23%
3	2023	236.217		
			3.85	1,63%
4	2024	240.067		
			3.776	1,58%
5	2025	243.843		
		Jumlah	16.169	6,93%
		Rata – rata	4.042	1,73%

Perhitungan yang digunakan dalam memperkirakan jumlah penduduk dirinci sebagai berikut:

- Rumus dasar persamaan aritmatik adalah $P_n = P_0 + I(n)$, sehingga diperoleh

$$I = (P_n - P_0)/n = (243.843 - 227.674)/4 = 4042 \text{ jiwa.}$$

Maka kita dapat menentukan jumlah penduduk di tahun 2035 dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 + I(n) \\ &= 243.843 + 4.042 (n) \end{aligned}$$

- Rumus dasar persamaan geometrik adalah $P_n = P_0(1 + r)^n$.

Dari data diatas diketahui $P_0 = 243.843$ Jiwa dan $r = 1,73\% = 0,0173$. Maka kita dapat menentukan jumlah penduduk di tahun 2035 dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_n &= P_0(1 + r)^n \\ &= 243.843 (1 + 0,0173)^n \end{aligned}$$

Dari persamaan yang telah diperoleh, maka proyeksi jumlah penduduk dapat dihitung dengan hasil perhitungan diperlihatkan pada Table 3.

Tabel 3. Proyeksi Penduduk Tahun 2025 - 2035

No.	Tahun	n	Metode Aritmatik	Metode Geometrik
1	2025	0	243.843	243.843
2	2026	1	247.885	248.061
3	2027	2	251.927	252.352
4	2028	3	255.969	256.718
5	2029	4	260.011	261.159
6	2030	5	264.053	265.677
7	2031	6	268.095	270.274
8	2032	7	272.137	274.949
9	2033	8	276.179	279.706
10	2034	9	280.221	284.545
11	2035	10	284.263	289.468

Dari perhitungan di atas didapat jumlah penduduk Kota Padangsidempuan pada tahun 2035 berjumlah 289.468 jiwa dan tergolong kota sedang dengan jumlah penduduk berkisar 100.000 – 500.000 jiwa. Dari hasil perkiraan jumlah penduduk pada tahun 2035, berdasarkan standar kebutuhan air (Dirjen Cipta Karya, 2000) untuk standar setiap orang sebanyak 120 l/orang/hari, maka kebutuhan air bersih domestik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Air untuk Seluruh Masyarakat (Domestik) Tahun 2025 - 2035

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Kebutuhan Air Bersih untuk Masyarakat (l/hari)	Jumlah Kebutuhan Air Bersih untuk Masyarakat (m ³ /detik)
1	2025	243.843	29.261.160	0,3386
2	2026	248.061	29.767.320	0,3446
3	2027	252.352	30.282.240	0,3504
4	2028	256.718	30.806.160	0,3565
5	2029	261.159	31.339.080	0,3626
6	2030	265.677	31.881.240	0,3689
7	2031	270.274	32.432.880	0,3753
8	2032	274.949	32.993.880	0,3818
9	2033	279.706	33.564.720	0,3885
10	2034	284.545	34.145.400	0,3951
11	2035	289.468	34.736.160	0,4019
Jumlah			351.210.240	40,642

Analisis Kebutuhan Air Bersih Non Domestik

Perhitungan kebutuhan air bersih non domestik dilakukan pada fasilitas yang tersedia di Kota Padangsidempuan, seperti fasilitas pendidikan, peribadatan, fasilitas kesehatan, fasilitas perkantoran, dan niaga.

Perkiraan Kebutuhan Air Bersih untuk Fasilitas Pendidikan

Perkiraan kebutuhan air bersih untuk fasilitas pendidikan didasarkan pada jumlah siswa, guru, dan pegawai. Adapun jumlah siswa, guru, dan pegawai pada tahun 2025 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Jumlah siswa, guru, dan pegawai tahun 2025

No.	Jenis Sarana	Jumlah siswa, guru dan pegawai
1	TK	2.205
2	SD	23.392
3	SMP/MTs	15.432
4	SMA/SMK/MA	18.367

(sumber : BPS Kota Padangsidempuan)

Perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan sampai tahun 2035 digunakan persamaan $P_n = P_o (1 + 0,0173)^n$. Adapun standar kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan adalah 10 l/orang/hari (Dirjen Cipta Karya, 2000), maka jumlah siswa, guru dan pegawai pada tahun 2035 serta kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Kebutuhan Air untuk Fasilitas Pendidikan

No.	Jenis Sarana	Jumlah siswa, guru dan pegawai		Kebutuhan air (m ³ /hari)
		2025	2035	
1	TK	2.205	2.617	26,17
2	SD/Madrasah	23.392	27.769	277,69
3	SMP	15.432	18.319	183,19
4	SMA/SMK/MA	18.367	21.804	218,04
Jumlah		59.396	70.509	705,09

Maka, total kebutuhan air bersih untuk fasilitas pendidikan pada tahun 2035 adalah $Q = 705,09 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,00816 \text{ m}^3/\text{detik}$

Perkiraan Kebutuhan Air Bersih untuk Fasilitas Peribadatan

Perkiraan kebutuhan air bersih untuk fasilitas peribadatan didasarkan pada jumlah tempat ibadah yang tersedia. Adapun jumlah tempat peribadatan pada tahun 2025 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Jumlah tempat peribadatan tahun 2025

No.	Jenis Sarana	Jumlah tempat ibadah
1	Masjid	232
2	Musholla	53
3	Gereja	60
4	Vihara	1

(sumber : BPS Kota Padangsidempuan)

Perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan sampai tahun 2035 digunakan persamaan $P_n = P_o (1 + 0,0173)^n$. Adapun standar kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan adalah 3000 l/unit/hari (Dirjen Cipta Karya, 2000). Maka perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Kebutuhan Air untuk Fasilitas Peribadatan

No.	Jenis Sarana	Jumlah tempat ibadah		Kebutuhan air (m^3/hari)
		2025	2035	
1	Masjid	232	275	825
2	Musholla	53	62	186
3	Gereja	60	71	213
4	Vihara	1	1	3
Jumlah		346	409	1.227

Jadi total kebutuhan air bersih untuk fasilitas peribadatan pada tahun 2035 adalah $Q = 1227 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,0142 \text{ m}^3/\text{detik}$

Perkiraan Kebutuhan Air Bersih untuk Fasilitas Kesehatan

Perkiraan kebutuhan air bersih untuk fasilitas kesehatan didasarkan pada jumlah fasilitas kesehatan yang tersedia. Adapun jumlah fasilitas kesehatan pada tahun 2025 dapat dilihat di Tabel 9.

Tabel 4.9 Jumlah Fasilitas Kesehatan tahun 2025

No.	Jenis Sarana	Jumlah fasilitas kesehatan
1	Rumah Sakit	4
2	Rumah Bersalin	-
3	Puskesmas	10
4	Posyandu	144
5	Klinik/BK	14

(sumber : BPS Kota Padangsidempuan)

Perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan sampai tahun 2035 digunakan persamaan $P_n = P_o (1 + 0,0173)^n$. Adapun standar kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan adalah 200 l/bed/hari (Dirjen Cipta Karya, 2000). Maka perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 4.10 Kebutuhan Air untuk Fasilitas Kesehatan

No.	Jenis Sarana	Jumlah unit		Kebutuhan air (m ³ /hari)
		2025	2035	
1	Rumah Sakit	4	5	1
2	Rumah Bersalin	-	-	-
3	Puskesmas	10	12	2,4
4	Posyandu	144	171	34,2
5	Klinik/BK	14	17	3,4
Jumlah		172	205	41

Jadi, total kebutuhan air bersih pada tahun 2035 untuk fasilitas kesehatan adalah $Q = 41 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,00047 \text{ m}^3/\text{detik}$

Perkiraan Kebutuhan Air Bersih untuk Fasilitas Perkantoran

Perkiraan kebutuhan air bersih untuk fasilitas perkantoran didasarkan pada jumlah pegawai/karyawan yang ada. Kebutuhan air untuk fasilitas perkantoran dapat dilihat berdasarkan registrasi penduduk tahun 2025, BPS Kota Padangsidempuan tahun 2025 yang ditampilkan pada Tabel 11

Tabel 11 Jumlah pegawai/karyawan tahun 2025

No.	Tingkat Pendidikan	Jumlah Pegawai/karyawan
1	SD	4
2	SMP	11
3	SMA	416
4	Diploma	404
5	S1	2.413
6	S2	294
7	S3	1
Jumlah		3.543

(sumber : BPS Kota Padangsidempuan)

Sehingga jumlah pegawai/karyawan sampai tahun 2035 didapat dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1 + 0,0173)^n$$

$$= 3.543 (1 + 0,0173)^{10} = 4206 \text{ orang.}$$

Berdasarkan standar kebutuhan air bersih untuk fasilitas perkantoran adalah 10 l/pegawai/hari (Dirjen Cipta Karya, 2000). Maka total kebutuhan air bersih pada tahun 2035 adalah:

$$Q = \text{jumlah pegawai} \times q$$

$$= 4206 \times 0,01 \text{ m}^3/\text{hari} = 42,06 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,00048 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perkiraan Kebutuhan Air Bersih untuk Niaga Kecil

Jumlah unit niaga berdasarkan jumlah penduduk tahun 2025, BPS Kota Padangsidempuan adalah 2.214 unit. Sehingga jumlah unit niaga kecil sampai tahun 2035 didapat dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1 + 0,0173)^n$$

$$= 2.214 (1 + 0,0173)^{10} = 2.628 \text{ unit}$$

Berdasarkan standar kebutuhan air bersih untuk niaga kecil adalah 600 – 900 l/unit/hari dan diambil standarnya 900 l/unit/hari (Dirjen Cipta Karya, 2000). Maka, kebutuhan air bersih untuk tahun 2035 adalah:

$$Q = \text{jumlah unit} \times q$$

$$= 2628 \times 0,9 \text{ m}^3/\text{hari} = 2365,2 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,02737 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perkiraan Kebutuhan Air Bersih untuk Niaga Besar

Jumlah unit niaga berdasarkan jumlah penduduk tahun 2025, BPS Kota Padangsidempuan adalah 4 unit. Sehingga jumlah unit niaga besar sampai tahun 2035 didapat dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1 + 0,0173)^n \\ = 4 (1 + 0,0173)^{10} = 5 \text{ unit}$$

Berdasarkan standar kebutuhan air bersih untuk niaga kecil adalah 1000 – 5000 l/unit/hari dan diambil standarnya 5000 l/unit/hari (Dirjen Cipta Karya, 2000). Maka, kebutuhan air bersih untuk tahun 2035 adalah:

$$Q = \text{jumlah unit} \times q \\ = 5 \times 5 \text{ m}^3/\text{hari} = 25 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,00028 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Total Kebutuhan Rata-Rata Air Bersih Tahun 2035

Total kebutuhan air rata - rata domestik dan non domestik pada tahun 2035 adalah sebagai berikut:

$$Q_r = Q_d + Q_{nd} \\ = 0,4019 + 0,05096 = 0,45286 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Analisis Ketersediaan Air

Metode yang akan digunakan dalam perhitungan analisis ketersediaan air adalah Metode Aritmatika dan Geometrik. Metode ini digunakan untuk mengetahui proyeksi produksi air untuk 10 tahun mendatang berdasarkan data PDAM Tirtanadi Kota Padangsidempuan. Data yang digunakan adalah data debit produksi/distribusi air pada setiap bulan Januari dari tahun 2023 sampai tahun 2025. Data ini dapat dilihat pada Tabel 12

Tabel 12. Debit Produksi dan Distribusi Air PDAM Tirtanadi Bulan Januari Tahun 2023-2025

Tahun	Debit (liter/detik)
2023	119.176
2024	129.263
2025	130.855

(sumber : Laporan Distrbusi PDAM Tirtanadi Cabang Tapanuli Selatan)

Adapun data peningkatan debit produksi dan distribusi air dari tahun 2023 sampai tahun 2025 dapat dilihat pada Tabel 13.

Perhitungan yang digunakan dalam memperkirakan peningkatan debit dirinci sebagai berikut:

- Rumus dasar persamaan aritmatik adalah $P_n = P_o + I(n)$, sehingga diperoleh

$$I = (P_n - P_o)/n \\ = (130.855 - 119.176)/2 = 5.839 \text{ liter/detik.}$$

Maka jumlah penduduk di tahun 2035 dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_n = P_o + I(n) \\ = 130.855 + 5.839 (n)$$

- Rumus dasar persamaan geometrik adalah $P_n = P_o(1 + r)^n$.

Dari data diatas diketahui $P_o = 130.855$ liter/detik dan $r = 4,85\% = 0,0485$. Maka kita dapat menentukan jumlah penduduk di tahun 2035 dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$P_n = P_o(1 + r)^n \\ = 130.855 (1 + 0,0485)^n$$

Tabel 13 Peningkatan Debit Produksi dan Distribusi Air

No.	Tahun	Debit (liter/detik)	Pertumbuhan Aritmatika	Pertumbuhan Geometrik (%)
1	2023	119.176		
			10.087	8,46%
2	2024	129.263		
			1.592	12.32
3	2025	130.855		
	Jumlah		11.679	96.92
	Rata - rata		5.839	4,85%

Dari persamaan yang telah diperoleh, maka proyeksi peningkatan debit dapat dihitung dengan hasil perhitungan diperlihatkan pada Table 14.

Tabel 14. Perhitungan Proyeksi Debit Produksi dan Distribusi Air

No.	Tahun	n	Metode Aritmatik (liter/detik)	Metode Geometrik (liter/detik)
1	2025	0	130.855	130.855
2	2026	1	136.694	137.201
3	2027	2	142.533	143.856
4	2028	3	148.372	150.833
5	2029	4	154.211	158.148
6	2030	5	160.05	165.818
7	2031	6	165.889	173.86
8	2032	7	171.728	182.293
9	2033	8	177.567	191.134
10	2034	9	183.406	200.404
11	2035	10	189.245	210.123

Dari perhitungan di atas didapat jumlah debit produksi dan distribusi air Kota Padangsidimpuan pada tahun 2035 berjumlah 210.122 liter/detik

Neraca Air

Neraca air atau *water balance* adalah neraca masukan atau keluaran air disuatu tempat atau wilayah pada periode tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah air tersebut kelebihan (*surplus*) ataupun kekurangan (*defisit*). Kegunaan mengetahui kondisi air pada surplus dan defisit dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula mendayagunakan air sebaik - baiknya.

Dalam perhitungan neraca air jika ketersediaan mencukupi kebutuhan maka neraca air surplus dan jika ketersediaan tidak mencakupi kebutuhan maka neraca air defisit. Neraca air dapat dihitung dengan rumus : Neraca air = ketersediaan air - kebutuhan air. Hasil analisis perhitungan neraca air dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Debit Sumber Air Baku Tahun 2026 – 2035

Tahun	Ketersediaan Air (Liter/Detik)	Kebutuhan Air (Liter/Detik)	Neraca Air (Liter/Detik)	Keterangan
2025	130.855	338.6	-207.745	Defisit
2026	137.201	344.2	-206.999	Defisit
2027	143.856	349.8	-205.944	Defisit
2028	150.833	355.5	-204.667	Defisit
2029	158.148	361.1	-202.952	Defisit
2030	165.818	366.7	-200.882	Defisit
2031	173.86	372.3	-198.44	Defisit
2032	182.293	377.9	-195.607	Defisit
2033	191.134	385.5	-194.366	Defisit
2034	200.404	389.1	-188.696	Defisit
2035	210.123	394.8	-184.677	Defisit

Pada Tabel 15 dapat diketahui bahwa neraca air mengalami defisit ketersediaan air setiap tahun, dimana ketersediaan air belum mampu mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat di Kota Padangsidempuan pada 10 tahun proyeksi.

PENUTUP

Dari pemaparan hasil sebelumnya dapat disimpulkan bahwa neraca air menunjukkan kondisi defisit setiap tahunnya dari tahun 2025 hingga 2035. Artinya, jika tidak dilakukan peningkatan kapasitas sistem penyediaan air, maka akan terjadi kekurangan pasokan air bersih yang cukup signifikan di masa mendatang. Oleh karena itu, PDAM Tirtanadi sebagai penyedia air bersih di Kota Padangsidempuan perlu segera merencanakan peningkatan kapasitas penyediaan air bersih, baik melalui pembangunan sumber air baku maupun peningkatan kapasitas instalasi distribusi air, terutama ke wilayah yang selama ini belum terlayani dengan baik.

REFERENSI

- Alfian, A., Salsabilla, R., Rahmah, S., Firdani, & F., Gusti, A. (2024). Analisis Penyediaan Air Minum Di Wilayah Kumuh Perkotaan Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 23. 326-333. 10.14710/jkli.23.3.326-333.
- Closas, A., Schuring, M., & Rodrigues, D. (2012). Integrated Urban Water Management - Lessons and Recommendations from Regional Experiences in Latin America, Central Asia, and Africa, WPP Case P., no. November. *Washington DC, USA: The World Bank Water Partnership Program*.
- Fulazzaky, M. A. (2014). Challenges of Integrated Water Resources Management in Indonesia. *Water*, vol. 6, no. 7, pp. 2000–2020.
- Kurniawan, J., Masril & Hafnil, J. (2024). Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Kota Padang Panjang. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*. Vol. 3 No.3, 67-74
- Muntalif, B. S., Nastiti, A., Roosmini, D., Sudradjat, A., Meijerink, S. V., & Smits, A. J. M. (2017). Household Water Supply Strategies in Urban Bandung, Indonesia: Findings and Implications for Future Water Access Reporting. *J. Eng. Technol. Sci.*, vol. 49, no. 6, pp. 811–832.
- Padowski, J. C., & Jawitz, J. W. (2012). Water availability and vulnerability of 225 large cities in the United States. *Water Resour. Res.*, vol. 48, no. 12, pp. 1–16.
- Padowski, J. C., & Gorelick, S. M. (2014). Global Analysis of Urban Surface Water Supply Vulnerability. *Environ. Res. Lett.*, vol. 9, no. 10.
- Pahude, M. S. (2022). Analisis Kebutuhan Air Bersih Di Desa Santigi Kecamatan Tolitoli Utara Kabupaten Tolitoli. *J. Inov. Penelit.*, vol. 03, no. 02, pp. 4801–4810.

- Rolia, E., Oktavia, C., Rahayu, S., Fansuri, M., & Mufidah. (2023). Penyediaan Air Bersih Berbasis Kualitas, Kuantitas Dan Kontinuitas Air. *Tapak (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*. 12. 155. 10.24127/tp.v12i2.2594.
- Savitri, A., & Firayanti, D. (2023). Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Domestik Di Pulau Belakang Padang. *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*. 8. 1. 10.53712/rjrs.v8i1.2017.
- Sukmara, R., Pratama, J., & Ariyaningsih. (2020). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Baku Kota Balikpapan Studi Kasus: Waduk Manggar, Kota Balikpapan. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*. 1. 7-14. 10.30822/eternitas.v1i1.545.
- Surti, Y. (2021). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Daerah Duri Kab.Enrekang, *Front. Neurosci.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–13.
- Walujodjati E., & Nurhuda, H. (2022). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air. *J. Konstr.*, vol. 20, no. 1, pp. 183–193, doi: 10.33364/konstruksi/v.20-1.1053.