

EVALUASI KEBUTUHAN AIR BERSIH DESA SIMATOHIR BATU BOLA KEC. ANGKOLA JULU KOTA PADANGSIDIMPUAN

Riswan Efendi^{1*}, Amran Juniardi Nasution², Rizky Febriani Pohan³

^{1*}Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara, Padangsidempuan

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara, Padangsidempuan

Email: riswanefendi868@gmail.com

ABSTRAK: Ketersediaan air bersih sangat penting bagi kebutuhan hidup manusia. Produksi air bersih membantu memenuhi kebutuhan air masyarakat, fasilitas sosial dan ekonomi seiring dengan bertambahnya jumlah fasilitas dan jumlah penduduk. Ketersediaan air bersih di Desa Simatohir Batu Bola Kecamatan Angkola Julu Kota Padangsidempuan belum maksimal. Sehingga perlu dilakukan evaluasi kebutuhan air bersih di Desa Simatohir Batu Bola Kecamatan Angkola Julu Kota Padangsidempuan. Tujuannya adalah untuk mengetahui kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kebutuhan air bersih Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan pada tahun 2024 sampai 2034. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi, studi pustaka, dan metode analisa. Penentuan jumlah penduduk menggunakan pendekatan geometri, aritmatika, dan eksponensial. Sedangkan penentuan kebutuhan air bersih yang digunakan sesuai dengan standar PU dan SNI. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis regresi. Kebutuhan air bersih pada saat normal berdasarkan jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan adalah 0,835 L/detik. Sedangkan kebutuhan air bersih sesuai standar PU dan SNI berdasarkan jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan masing-masing sebesar 25.430,550 m³/tahun dan 38.145,825 m³/tahun. Kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air pada saat jam puncak yang diperoleh 10 tahun ke depan masing-masing sebesar 0,918 L/detik dan 1,252 L/detik. Dengan demikian, produksi air bersih di Desa Simatohir mencukupi untuk 10 tahun ke depan.

Kata Kunci: Air Bersih, Jumlah Penduduk, Kebutuhan, PU, SNI

PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih sangat penting bagi kebutuhan hidup manusia karena air merupakan kebutuhan utama makhluk hidup (Aminuddin, Purnaini, & Utomo, 2023). Selain itu, air mendukung produksi pangan, lahan irigasi, dan perikanan. Air merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia, sangat mendasar dan tidak dapat tergantikan. Manusia tidak bisa hidup tanpa air (Marasabessy, Maelissa, & Serang, 2023). Ketersediaan air bersih membantu memenuhi kebutuhan air masyarakat, fasilitas sosial dan ekonomi seiring dengan bertambahnya jumlah fasilitas dan jumlah penduduk. Air bersih yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari harus memenuhi baku mutu air bersih Indonesia yang diatur dalam PERMENKES No. 2 Tahun 2023 (Aminuddin, Purnaini, & Utomo, 2023).

Pertumbuhan penduduk suatu desa berbanding lurus dengan perkembangan desa tersebut. Hal itu dapat dilihat dari makin berkembangnya permukiman di dalam desa, maka jumlah penduduknya pun semakin bertambah. Seiring berkembangnya desa, kebutuhan akan air bersih terus meningkat (Noperissa & Waspodo, 2018). Sama halnya dengan kebutuhan air bersih di Desa Simatohir Batu Bola Kecamatan Angkola Julu Kota Padangsidempuan yang memiliki jumlah penduduk 837 orang. Hasil observasi awal, ketersediaan air bersih di Desa Simatohir Batu Bola Kecamatan Angkola Julu Kota Padangsidempuan belum maksimal. Hal ini dikarenakan masyarakat menggunakan sumber air bersih dari pegunungan yang berjarak 2 km dari desa tersebut. Sumber air bersih tersebut selanjutnya dialirkan melalui pipa-pipa yang dibuat oleh masyarakat dan ditampung dalam

suatu bak penampungan air bersih. Sehingga dikhawatirkan ketersediaan air bersih di Desa Simatohir Batu Bola Kecamatan Angkola Julu Kota Padangsidempuan tidak mencukupi untuk kebutuhan 10 tahun yang akan datang.

Ditambah lagi jumlah penduduk dari tahun ke tahun terus meningkat yang menyebabkan kebutuhan akan air bersih juga meningkat, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap kebutuhan air bersih di desa tersebut. Berdasarkan hasil observasi di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Kebutuhan Air Bersih Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan”. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber referensi bagi pemerintah untuk terus meningkatkan kebutuhan air bersih bagi kelangsungan hidup masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan dan untuk mengetahui kebutuhan air bersih Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan pada tahun 2024 sampai 2034.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Bersih

Air bersih merupakan sumber daya berbasis air berkualitas tinggi yang biasanya digunakan oleh masyarakat untuk konsumsi dan aktivitas yang melibatkan pengelolaan kebersihan (Marasabessy, Maelissa, & Serang, 2023). Menurut Kodoatie & Sjarief (2005), air bersih adalah air yang digunakan sehari-hari untuk mencuci, mandi, memasak, dan dapat diminum setelah memasak. Menurut Suripin (2002), air bersih berarti air yang aman (sehat), dapat diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dan berasa segar.

2.2 Kriteria Air Bersih

Kemenkes (2010) menetapkan beberapa kriteria yang harus dipenuhi agar air

dapat digolongkan sebagai air bersih. Standar air bersih meliputi:

1. Bebas Bahan Beracun

Air bersih harus bebas dari bahan berbahaya seperti logam berat, pestisida, bahan kimia beracun, dan patogen. Menelan zat-zat tersebut dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan berbagai penyakit.

2. Tidak mengandung bau, rasa atau warna yang tidak menyenangkan

Air bersih hendaknya bebas dari bau, rasa, dan warna yang tidak sedap. Bau, rasa, atau warna yang tidak biasa mungkin mengindikasikan kontaminasi air.

3. Bebas dari mikroorganisme berbahaya

Air bersih harus bebas dari mikroorganisme berbahaya seperti bakteri, virus, dan parasit. Mikroorganisme ini dapat menyebabkan penyakit seperti diare, kolera, dan demam tifoid.

4. Tidak mengandung bahan kimia berlebih

Air bersih harus bebas dari bahan kimia berlebih seperti klorin, fluor, dan logam berat. Bahan kimia berlebih dalam air dapat menyebabkan gangguan kesehatan jika tertelan dalam jangka waktu lama.

2.3 Syarat Air Bersih

Air bersih yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari harus memenuhi baku mutu air bersih Indonesia yang diatur dalam PERMENKES No. 2 tahun 2023 (Aminuddin, Purnaini, & Utomo, 2023). Ada beberapa indikator untuk mendeteksi kualitas air bersih, seperti kekeruhan air, kandungan organik air, salinitas air, kandungan besi air, pH air, dan indikator biologis air (Andini, Ulimaz, & Sulistijono, 2017).

Tabel 1. Indikator Kualitas Air Bersih

No.	Jenis Indikator	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Satuan
1.	Indikator Mikrobiologi		
	Eschericia coli	0	CFU/100 mL
	Total coliform	0	CFU/100 mL
2.	Indikator Fisik		
	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$
	Total Dissolve Solid	< 300	mg/L
	Kekeruhan	< 3	NTU
	Warna	10	TCU
	Bau	Tidak Berbau	-
3.	Indikator Kimia		
	pH	6,5-8,5	-
	Nitrat (sebagai NO_3) terlarut	20	mg/L
	Nitrit (sebagai NO_2) terlarut	3	mg/L
	Kromium valensi 6 (Cr^{6+}) terlarut	0,01	mg/L
	Besi (Fe) terlarut	0,2	mg/L
	Mangan (Mn) terlarut	0,1	mg/L
	Sisa Khlor terlarut	0,1-0,5 dengan waktu kontak 30 menit	mg/L
	Arsen (As) terlarut	0,01	mg/L
	Kadmium (Cd) terlarut	0,003	mg/L
	Timbal (Pb) terlarut	0,01	mg/L
	Fluoride (F) terlarut	1,5	mg/L
	Aluminium (Al) terlarut	0,2	mg/L

Sumber: (Kemenkes, 2023)

2.4 Standar Kebutuhan Air Bersih

Berdasarkan peraturan Standar SNI 6728.1:2015 tentang Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam Bagian 1 Sumber Daya Air, baku mutu kebutuhan air bersih untuk keperluan umum diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air domestik, masyarakat dapat mengidentifikasi sumber air domestik seperti sumur dangkal, pipa, dan hidran umum, atau memperolehnya dari penyedia SPAM.

Tabel 2. Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga Per Orang Per Hari Menurut Kategori Kota

No.	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (L/O/H)
1.	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3.000-20.000	60-90
2.	Kota kecil	20.000-100.000	90-110
3.	Kota sedang	100.000-500.000	100-125
4.	Kota besar	500.000-1.000.000	120-150
5.	Metropolitan	> 1.000.000	150-200

Sumber: (BSN, 2015)

2. Kebutuhan air metropolitan, telah disepakati bahwa rumah tangga akan memenuhi 30% kebutuhan air murni pada tingkat yang sesuai dari setiap tahap skema perencanaan untuk memenuhi 30% dari permintaan air yang diproyeksikan pada tahun 2029.

Sementara itu, menurut SNI 03-7065-2005, standar pemanfaatan air minum menurut peruntukan fungsional bangunan gedung diberikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Standar Pemakaian Air Bersih Minimum Sesuai Penggunaan Gedung

No.	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1.	Rumah Tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2.	Rumah Susun	100	Liter/penghuni/hari
3.	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4.	Rumah Sakit	500	Liter/tempat tidur pasien/hari
5.	Sekolah Dasar	40	Liter/siswa/hari
6.	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7.	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa/hari
8.	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9.	Kantor/Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10.	Toserba, Toko Pengecer	5	Liter/m ³
11.	Restoran	15	Liter/kursi
12.	Hotel Berbintang	250	Liter/tempat tidur/hari
13.	Hotel Melati/Penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14.	Gedung Pertunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15.	Gedung Serbaguna	25	Liter/kursi
16.	Stasiun, Terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi
17.	Peribadatan	5	Liter/orang (belum dengan air wudhu)

Sumber: (BSN, 2005)

2.5 Standar Kebutuhan Air Menurut PU dan SNI

Standar kebutuhan air yang dihitung dalam penelitian ini sesuai dengan standar otoritas Pekerjaan Umum (PU) dan SNI. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (PU) (2010), standar kebutuhan air bersih di tingkat desa adalah 80 L per orang per hari. Berdasarkan SNI (2002) tentang sumber daya

air, penduduk perkotaan membutuhkan 120 L per orang per hari (Gunawan, Welerubun, Kusumastuti, & Sudjarwo, 2019).

2.6 Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Berdasarkan Pedoman Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pembangunan SPAM, digunakan beberapa sistem

perencanaan perkiraan penduduk, yaitu (PU, 2007):

1. Perkiraan penduduk menggunakan pendekatan geometrik, yaitu pendekatan yang mengandalkan asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara matematis berdasarkan asumsi pembangun minat. Persamaannya adalah:

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

Dimana:

P_n = jumlah penduduk tahun n

P_o = jumlah penduduk tahun awal

r = laju pertumbuhan penduduk

n = interval tahun yang diketahui

2. Perkiraan penduduk menggunakan pendekatan aritmatika, yaitu pendekatan yang cocok untuk daerah dengan jumlah penduduk yang terus bertambah. Strategi estimasi aritmatika didasarkan pada pertumbuhan populasi normal dengan menggunakan

$$\hat{Y} = a + b.x \quad (3)$$

$$a = \frac{\sum y}{n} \quad (4)$$

$$b = \frac{\sum x.y}{\sum x^2} \quad (5)$$

Dimana:

$\hat{Y}$ = nilai variabel berdasarkan garis regresi

x = variabel independen

a = konstanta

b = koefisien arah regresi linear (Indriyani & Rakhmawati, 2023)

4. Perkiraan penduduk menggunakan pendekatan eksponensial

Perkiraan jumlah penduduk dengan menggunakan pendekatan eksponensial dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_n = P_o.e^{r.n} \quad (6)$$

Dengan:

P_n = jumlah penduduk pada akhir taun ke- n (jiwa)

P_o = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

e = bilangan logaritma natural (2,7182818)

r = angka pertambahan penduduk (%)

n = periode tahun yang ditinjau (tahun) (Devina, 2022)

informasi terkini dan historis. Persamaannya adalah:

$$P_n = P_o \{1 + (a.n)\} \quad (2)$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk tahun ke n

P_t = jumlah penduduk tahun dasar

P_o = jumlah penduduk tahun terakhir

n = interval tahun yang diketahui

a = rata-rata pertumbuhan penduduk

3. Perkiraan penduduk menggunakan pendekatan *least square*, yaitu pendekatan yang sebagian besar digunakan di daerah dengan tingkat pembangunan penduduk tinggi. Pendekatan ini didasarkan pada informasi dari tahun-tahun sebelumnya dengan asumsi bahwa pertumbuhan penduduk di suatu ruang disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan perpindahan. Persamaannya adalah:

2.7 Jumlah Kebutuhan Air Bersih

Dalam pengelolaan kebutuhan air, PDAM memiliki laju aliran air yang terfokus dan spesifik untuk menyelesaikan

permasalahan air dalam suatu wilayah yang diatur, sedangkan dalam sistem distribusi air mengandalkan sudut pandang atau lebar pipa

air. Rata-rata kebutuhan air ditentukan dengan persamaan berikut:

$$SI = \frac{\text{jumlah penduduk terlayani} \times \text{pemakaian rata-rata per hari}}{\text{waktu (detik)}} \quad (7)$$

Setelah menentukan rata-rata kebutuhan air, langkah selanjutnya adalah menghitung kebutuhan air harian maksimum. Persamaannya adalah:

$$S_s = f_1 \times S_r \quad (8)$$

Dimana:

S_s = kebutuhan harian maksimum

S_r = jumlah total kebutuhan air domestik dan non domestik

$f_1 = 1,1$

Selain itu, kebutuhan air pada jam puncak juga dihitung untuk mengetahui konsumsi air tertinggi pada waktu tertentu dalam sehari. Persamaannya adalah:

$$S_p = f_2 \times S_r \quad (9)$$

Dimana:

S_p = kebutuhan air jam puncak

S_r = jumlah total kebutuhan air domestik dan non domestik

$f_2 = 1,5$ (Farabi, Nasution, & Rangkuti, 2023)

2.8 Perhitungan Kebutuhan Air

Rumus perhitungan kebutuhan air berdasarkan SNI tentang penyusunan neraca sumber daya bagian I sumber daya air spasial (2002) dapat dilihat pada Persamaan 10 di bawah ini.

$$Q = 365 \frac{q}{1000} P \quad (10)$$

Keterangan:

Q = kebutuhan air (m^3 /tahun)

q = konsumsi air (liter/hari)

P = jumlah penduduk (Gunawan, Welerubun, Kusumastuti, & Sudjarwo, 2019)

3. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi, studi pustaka, dan metode analisa. Tahapan observasi dilakukan untuk menentukan tempat dan lokasi penelitian supaya mempermudah dalam pengambilan data yang diperlukan untuk bahan penelitian dan melakukan pengamatan secara langsung terhadap bahan yang akan diteliti. Studi pustaka bertujuan untuk memberikan atau mengarahkan peneliti dan menambah wawasan peneliti sehingga mempermudah untuk pengumpulan data,

menganalisis maupun dalam hasil penelitian. Metode analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan aritmatika, pendekatan geometri, dan pendekatan eksponensial yang akan digunakan untuk penentuan jumlah penduduk dan perhitungan analisa perkiraan kebutuhan air sesuai dengan standar PU dan SNI. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis regresi.

Analisis regresi adalah salah satu analisis yang paling populer dan luas

pemakaiannya. Analisis regresi dipakai secara luas untuk melakukan prediksi dan ramalan, dengan penggunaan yang saling melengkapi dengan beberapa bidang pembelajaran. Analisis ini juga digunakan untuk memahami variabel bebas mana saja yang berhubungan

$$Y = a + bX \quad (11)$$

Keterangan:

Y = variabel terikat (dependen)/variabel respon atau akibat

X = variabel bebas (independent)/variabel prediktor atau faktor penyebab

a = konstanta

b = koefisien regresi; besaran dari respons yang dihasilkan dari prediktor

dengan variabel terikat, dan untuk mengetahui bentuk-bentuk hubungan tersebut (Nuryadi, Astuti, Utami, & Budiantara, 2017). Model persamaan yang digunakan untuk menghitung regresi linier sederhana adalah sebagai berikut:

Nilai a dan b bisa dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (12)$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (13)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rencana Jumlah Penduduk

4.1.1 Rencana jumlah penduduk menggunakan pendekatan geometrik

Rencana jumlah penduduk menggunakan pendekatan geometrik mengasumsikan bahwa secara matematis jumlah penduduk akan bertambah (Indriyani & Rakhmawati, 2023). Pendekatan geometri pada penelitian ini

menggunakan nilai laju pertumbuhan penduduk (r) sebesar 0,004. Rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidimpuan 10 tahun ke depan menggunakan pendekatan geometri dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Rencana Jumlah Penduduk Menggunakan Pendekatan Geometri

Tahun	Laju Pertumbuhan Penduduk (r)	Interval Tahun (n)	Jumlah Penduduk (P _n) (orang)
2025	0,004	1	840
2026	0,004	2	844
2027	0,004	3	847
2028	0,004	4	850
2029	0,004	5	854
2030	0,004	6	857
2031	0,004	7	861
2032	0,004	8	864
2033	0,004	9	868
2034	0,004	10	871

Berdasarkan Tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan menggunakan pendekatan geometri semakin bertambah setiap tahunnya, yakni sebesar 840-871 orang. Maka, rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan menggunakan pendekatan geometri diperoleh sebesar 871 orang. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pertumbuhan jumlah penduduk selama 10 tahun ke depan, sehingga kebutuhan air bersih penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan juga meningkat.

4.1.2 Rencana jumlah penduduk menggunakan pendekatan aritmatika

Rencana jumlah penduduk menggunakan pendekatan aritmatika mengasumsikan bahwa pertumbuhan penduduk normal menggunakan informasi terkini dan historis (Indriyani & Rakhmawati, 2023). Pendekatan aritmatika pada penelitian ini menggunakan nilai rata-rata pertumbuhan penduduk (a) sebesar 0,004. Rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan menggunakan pendekatan aritmatika dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Rencana Jumlah Penduduk Menggunakan Pendekatan Aritmatika

Tahun	Rata-Rata Pertumbuhan Penduduk (a)	Interval Tahun (n)	Jumlah Penduduk (P_n) (orang)
2025	0,004	1	840
2026	0,004	2	844
2027	0,004	3	847
2028	0,004	4	850
2029	0,004	5	854
2030	0,004	6	857
2031	0,004	7	860
2032	0,004	8	864
2033	0,004	9	867
2034	0,004	10	870

Berdasarkan Tabel 5 di atas dapat dilihat bahwa rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan menggunakan pendekatan aritmatika semakin bertambah setiap tahunnya, yakni sebesar 840-870 orang. Maka, rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan menggunakan pendekatan aritmatika diperoleh sebesar 870 orang. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pertumbuhan

jumlah penduduk selama 10 tahun ke depan, sehingga kebutuhan air bersih penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan juga meningkat.

4.1.3 Rencana jumlah penduduk menggunakan pendekatan eksponensial

Rencana jumlah penduduk menggunakan pendekatan eksponensial didasarkan pada angka pertumbuhan penduduk (Devina, 2022). Pendekatan eksponensial pada

penelitian ini menggunakan nilai angka pertumbuhan penduduk (r) sebesar 0,004. Rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota

Padangsidempuan 10 tahun ke depan menggunakan pendekatan eksponensial dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Rencana Jumlah Penduduk Menggunakan Pendekatan Eksponensial

Tahun	Angka Pertumbuhan Penduduk (r)	Periode Tahun (n)	Jumlah Penduduk (P_n) (orang)
2025	0,004	1	840
2026	0,004	2	844
2027	0,004	3	847
2028	0,004	4	851
2029	0,004	5	854
2030	0,004	6	857
2031	0,004	7	861
2032	0,004	8	864
2033	0,004	9	868
2034	0,004	10	871

Berdasarkan Tabel 6 di atas dapat dilihat bahwa rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan menggunakan pendekatan eksponensial semakin bertambah setiap tahunnya, yakni sebesar 840-871 orang. Maka, rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun

ke depan menggunakan pendekatan eksponensial diperoleh sebesar 871 orang. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pertumbuhan jumlah penduduk selama 10 tahun ke depan, sehingga kebutuhan air bersih penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan juga meningkat.

4.1.4 Rencana jumlah penduduk menggunakan pendekatan *least square*

Rencana jumlah penduduk menggunakan pendekatan *least square* didasarkan bahwa pertumbuhan penduduk di suatu ruang disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan perpindahan (Indriyani & Rakhmawati, 2023). Pendekatan *least square* pada penelitian ini menggunakan data jumlah penduduk yang telah diperoleh. Sehingga diperoleh persamaan

yang dapat digunakan untuk menentukan rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan. Rencana jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan menggunakan pendekatan *least square* disajikan pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Rencana Jumlah Penduduk Menggunakan Pendekatan *Least Square*

Tahun	x	x^2	Y	$x.y$
2024	0	0	837	0
2025	1	1	840	840
2026	2	4	844	1.688
2027	3	9	847	2.541
2028	4	16	850	3.400
2029	5	25	854	4.270

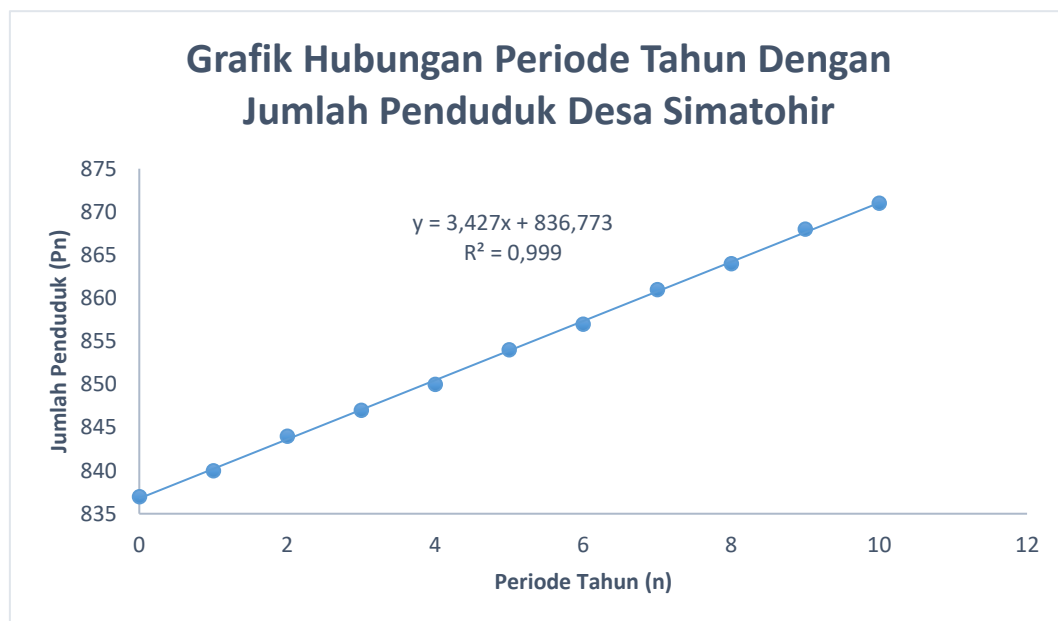
2030	6	36	857	5.142
2031	7	49	861	6.027
2032	8	64	864	6.912
2033	9	81	868	7.812
2034	10	100	871	8.710
Σ	55	385	9.393	47.209
$\bar{x}$	5	35	853,909	4.303,818

$$a = \frac{\Sigma y}{n} = \frac{9.393}{11} = 853,909$$

$$b = \frac{\Sigma x.y}{\Sigma x^2} = \frac{4.303,818}{35} = 122,966$$

Maka, persamaan yang diperoleh adalah $\hat{Y} = 853,909 + 122,966x$

Jika variabel y (jumlah penduduk) diplotkan terhadap variabel x (periode tahun), maka akan dihasilkan persamaan regresi seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Grafik Hubungan Periode Tahun Dengan Jumlah Penduduk Desa Simatohir

Berdasarkan Gambar 1 di atas, dapat dilihat bahwa persamaan regresi yang dihasilkan dari grafik hubungan periode tahun dengan jumlah penduduk Desa Simatohir adalah $y = 3,427x + 836,773$ dan koefisien determinasi (R^2) = 0,999. Koefisien determinasi yang dihasilkan menunjukkan besarnya pengaruh periode tahun terhadap jumlah penduduk, di mana variasi periode tahun mempunyai pengaruh sebesar 99,900% terhadap variasi jumlah penduduk.

Harga R^2 yang dihasilkan dari grafik di atas masuk ke dalam kategori ideal karena $R^2 \geq 0,995$ (Arikunto, 2016). Jika koefisien determinasi diakarkan, maka akan diperoleh nilai koefisien korelasi (R) = 0,9995. Hal ini menunjukkan bahwa besar hubungan linear antara periode tahun dengan jumlah penduduk adalah 0,9995 atau 99,950%. Hubungan linear yang diperoleh masuk dalam kategori sangat kuat karena $0,8 \leq |r| < 1$ (Nuryadi, Astuti, Utami, & Budiantara, 2017). Harga slope yang diperoleh dari grafik di atas sebesar 3,427

bernilai positif menyatakan arah garis linear (kepekaan arah dari kurva) dan harga intersep yang diperoleh sebesar 836,773 juga bernilai

positif menyatakan perpotongan kurva dengan sumbu x.

4.2 Jumlah Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih untuk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan diperoleh dari hasil penjumlahan kebutuhan domestik (rumah tangga) dan kebutuhan non domestik (fasilitas umum) (Aminuddin, Purnaini, & Utomo, 2023). Berdasarkan SNI tahun 2015, kebutuhan air domestik untuk kategori desa adalah 60-90 L/O/H (Farabi, Nasution, & Rangkuti, 2023). Selain itu, Ditjen Cipta Karya tahun 2000 juga telah menetapkan bahwa persentase pelayanan kebutuhan air bersih adalah 80% dari jumlah penduduk (Aminuddin, Purnaini, & Utomo, 2023).

Sedangkan kebutuhan air non domestik untuk fasilitas umum memiliki persentase 10-15% dari kebutuhan air domestik (Aminuddin, Purnaini, & Utomo, 2023). Persentase yang digunakan untuk menentukan kebutuhan air di Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan adalah 15% agar kebutuhan air yang dihasilkan memenuhi kebutuhan seluruh fasilitas umum dan menghindari terjadinya kekurangan air. Total kebutuhan air Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan disajikan pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Total Kebutuhan Air

Tahun	Kebutuhan air domestik (SI) (L/detik)	Kebutuhan air non domestik (L/detik)	Total kebutuhan air (Sr) (L/detik)
2025	0,700	0,105	0,805
2026	0,703	0,105	0,809
2027	0,706	0,106	0,812
2028	0,709	0,106	0,815
2029	0,712	0,107	0,818
2030	0,714	0,107	0,822
2031	0,717	0,108	0,825
2032	0,720	0,108	0,828
2033	0,723	0,108	0,831
2034	0,726	0,109	0,835

Berdasarkan Tabel 8 di atas, total kebutuhan air Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan diperoleh sebesar 0,805-0,835 L/detik dan total kebutuhan air pada 10 tahun ke depan adalah 0,835 L/detik. Total kebutuhan air yang diperoleh di atas merupakan total kebutuhan air pada saat normal. Namun, pada perencanaan kebutuhan air sering terjadi fluktuasi yang menyebabkan kenaikan maupun

penurunan terhadap kebutuhan air. Fluktuasi kebutuhan air ini dibagi menjadi kebutuhan air pada saat normal, kebutuhan air harian maksimum, dan kebutuhan air pada jam puncak (Aminuddin, Purnaini, & Utomo, 2023). Fluktuasi kebutuhan air Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan disajikan pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Fluktuasi Kebutuhan Air

Tahun	Kebutuhan air pada saat normal (Sr) (L/detik)	Kebutuhan air harian maksimum (Ss) (L/detik)	Kebutuhan air pada jam puncak (Sp) (L/detik)
2025	0,805	0,886	1,208
2026	0,809	0,889	1,213
2027	0,812	0,893	1,218
2028	0,815	0,897	1,223
2029	0,818	0,900	1,227
2030	0,822	0,904	1,232
2031	0,825	0,907	1,237
2032	0,828	0,911	1,242
2033	0,831	0,915	1,247
2034	0,835	0,918	1,252

Berdasarkan Tabel 9 di atas, dapat dilihat bahwa kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air pada jam puncak berbanding lurus dengan kebutuhan air pada saat normal. Artinya jika kebutuhan air pada saat normal meningkat maka kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air pada saat jam puncak juga meningkat. Sebaliknya jika kebutuhan air pada saat normal menurun maka kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air pada saat jam puncak juga menurun.

Fluktuasi kebutuhan air Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan yang diperoleh terdiri dari kebutuhan air pada saat normal sebesar 0,805-0,835 L/detik, kebutuhan air harian maksimum sebesar 0,886-0,918 L/detik, dan kebutuhan air pada saat jam puncak sebesar 1,208-1,252 L/detik. Sedangkan fluktuasi kebutuhan air 10

tahun ke depan terdiri dari kebutuhan air pada saat normal sebesar 0,835 L/detik, kebutuhan air harian maksimum sebesar 0,918 L/detik, dan kebutuhan air pada saat jam puncak sebesar 1,252 L/detik.

4.3 Perhitungan Kebutuhan Air

Standar kebutuhan air bersih di tingkat desa yang disarankan oleh Departemen Pekerjaan Umum (PU) (2010) adalah 80 L/O/H. Sedangkan dalam SNI (2002) tentang sumber daya air, standar kebutuhan air bersih untuk penduduk perkotaan adalah 120 L/O/H. Kebutuhan air bersih untuk penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan berdasarkan standar PU dan SNI disajikan pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Kebutuhan Air Bersih Menurut PU dan SNI

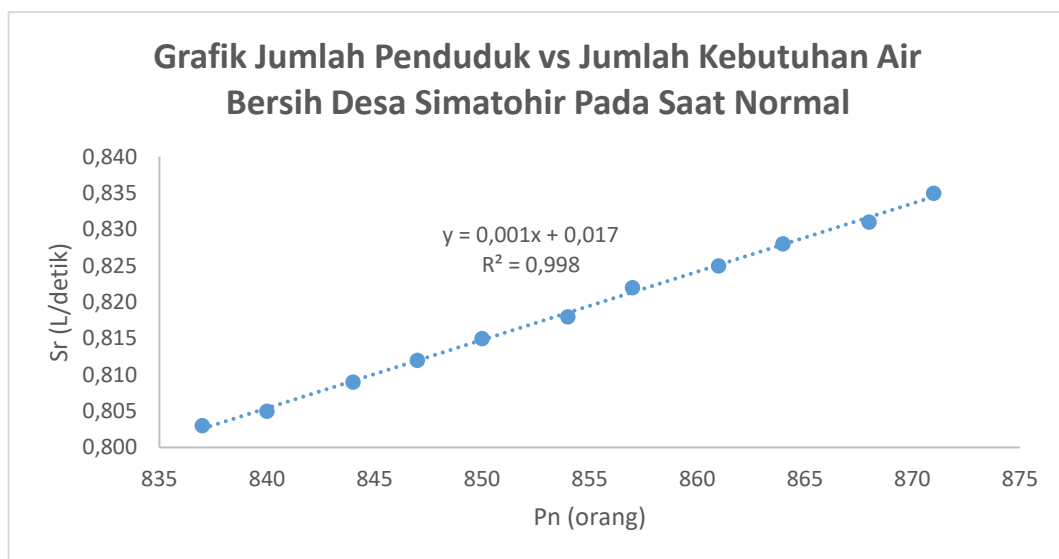
Tahun	Standar PU (L/tahun)	Standar PU (m ³ /tahun)	Standar SNI (L/tahun)	Standar SNI (m ³ /tahun)
2025	24.538.227	24.538,227	36.807.340	36.807,340
2026	24.636.315	24.636,315	36.954.472	36.954,472
2027	24.734.665	24.734,665	37.101.998	37.101,998
2028	24.833.279	24.833,279	37.249.918	37.249,918
2029	24.932.157	24.932,157	37.398.235	37.398,235
2030	25.031.300	25.031,300	37.546.951	37.546,951

2031	25.130.710	25.130,710	37.696.066	37.696,066
2032	25.230.388	25.230,388	37.845.582	37.845,582
2033	25.330.334	25.330,334	37.995.501	37.995,501
2034	25.430.550	25.430,550	38.145.825	38.145,825

Berdasarkan Tabel 10 di atas, dapat dilihat bahwa kebutuhan air bersih untuk penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan sesuai standar PU sebesar 24.538,227-25.430,550 m³/tahun dan kebutuhan air bersih untuk penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan sesuai standar SNI sebesar 36.807,340-38.145,825 m³/tahun. Sedangkan kebutuhan air bersih untuk penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan sesuai standar PU diperoleh sebesar 25.430,550 m³/tahun dan kebutuhan air bersih untuk penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan sesuai standar SNI sebesar 38.145,825 m³/tahun.

4.4 Hubungan Antara Jumlah Penduduk dan Jumlah Kebutuhan Air Bersih

Hubungan antara jumlah penduduk dan jumlah kebutuhan air bersih di Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan digambarkan melalui analisis regresi. Dalam analisis regresi pada penelitian ini, variabel X adalah jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan dari tahun 2024 sampai dengan 2034 dan variabel Y adalah jumlah kebutuhan air bersih dari tahun 2024 sampai 2034. Hubungan antara jumlah penduduk dan jumlah kebutuhan air bersih di Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan disajikan pada Gambar 2 sampai dengan 4 di bawah ini.



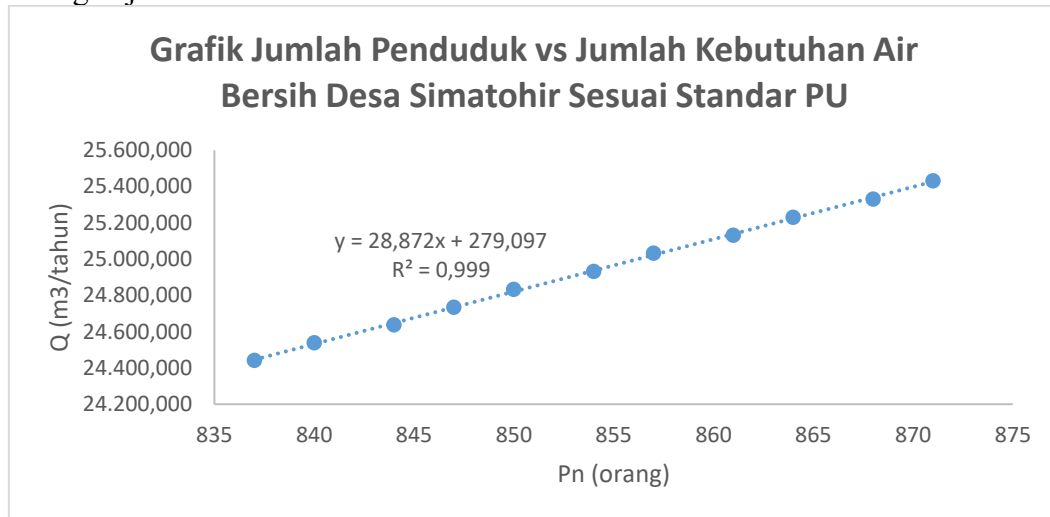
Gambar 2. Grafik Jumlah Penduduk Vs Jumlah Kebutuhan Air Bersih Pada Saat Normal

Dari Gambar 2 di atas, dapat diperoleh persamaan $y = 0,001x + 0,017$ dan koefisien determinasi (R^2) = 0,998. Di mana, harga slope sebesar 0,001 (bernilai positif) yang menyatakan arah garis linear (kepekaan arah kurva) dan intersep sebesar 0,017 (bernilai positif) yang menyatakan perpotongan kurva dengan sumbu x. Koefisien determinasi yang

dihasilkan menunjukkan besarnya pengaruh jumlah penduduk terhadap jumlah kebutuhan air bersih pada saat normal, di mana variasi jumlah penduduk mempunyai pengaruh sebesar 99,800% terhadap variasi jumlah kebutuhan air bersih pada saat normal. Harga R^2 yang dihasilkan dari grafik di atas masuk ke dalam kategori ideal karena $R^2 \geq 0,995$

(Arikunto, 2016). Jika koefisien determinasi diakarkan, maka akan diperoleh nilai koefisien korelasi (R) = 0,999. Hal ini menunjukkan bahwa besar hubungan linear antara jumlah penduduk dengan jumlah kebutuhan air bersih

pada saat normal adalah 0,999 atau 99,900%. Hubungan linear yang diperoleh masuk dalam kategori sangat kuat karena $0,8 \leq |r| < 1$ (Nuryadi, Astuti, Utami, & Budiantara, 2017).

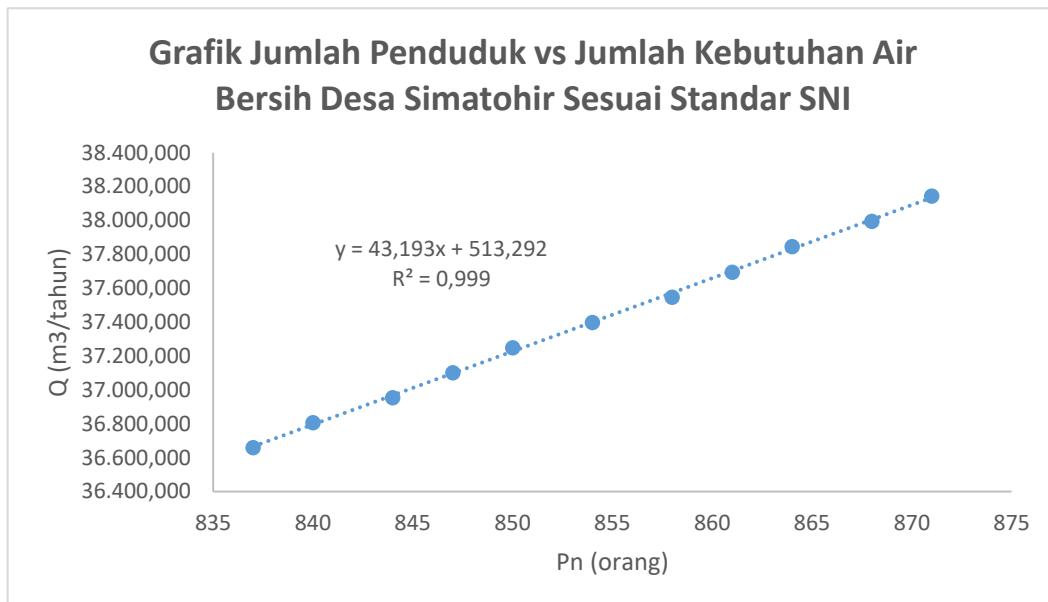


Gambar 3. Grafik Jumlah Penduduk Vs Jumlah Kebutuhan Air Bersih Sesuai Standar PU

Dari Gambar 3 di atas, dapat diperoleh persamaan $y = 28,872x + 279,097$ dan koefisien determinasi (R^2) = 0,999. Di mana, harga slope sebesar 28,872 (bernilai positif) yang menyatakan

arah garis linear (kepekaan arah kurva) dan intersep sebesar 279,09 (bernilai positif) yang menyatakan perpotongan kurva dengan sumbu x. Koefisien determinasi yang dihasilkan menunjukkan besarnya pengaruh jumlah penduduk terhadap jumlah kebutuhan air bersih sesuai standar PU, di mana variasi jumlah penduduk mempunyai pengaruh sebesar 99,900% terhadap variasi jumlah kebutuhan air bersih sesuai standar PU. Harga R^2 yang dihasilkan dari grafik di atas

masuk ke dalam kategori ideal karena $R^2 \geq 0,995$ (Arikunto, 2016). Jika koefisien determinasi diakarkan, maka akan diperoleh nilai koefisien korelasi (R) = 0,9995. Hal ini menunjukkan bahwa besar hubungan linear antara jumlah penduduk dengan jumlah kebutuhan air bersih sesuai standar PU adalah 0,9995 atau 99,950%. Hubungan linear yang diperoleh masuk dalam kategori sangat kuat karena $0,8 \leq |r| < 1$ (Nuryadi, Astuti, Utami, & Budiantara, 2017).



Gambar 4. Grafik Jumlah Penduduk vs Jumlah Kebutuhan Air Bersih Sesuai Standar SNI

Dari Gambar 4 di atas, dapat diperoleh persamaan $y = 43,193x + 513,292$ dan koefisien determinasi (R^2) = 0,999. Di mana, harga slope sebesar 43,193 (bernilai positif) yang menyatakan arah garis linear (kepekaan arah kurva) dan intersep sebesar 513,292 (bernilai positif) yang menyatakan perpotongan kurva dengan sumbu x. Koefisien determinasi yang dihasilkan menunjukkan besarnya pengaruh jumlah penduduk terhadap jumlah kebutuhan air bersih sesuai standar SNI, di mana variasi jumlah penduduk mempunyai pengaruh sebesar 99,900% terhadap variasi jumlah

kebutuhan air bersih sesuai standar SNI. Harga R^2 yang dihasilkan dari grafik di atas masuk ke dalam kategori ideal karena $R^2 \geq 0,995$ (Arikunto, 2016). Jika koefisien determinasi diakarkan, maka akan diperoleh nilai koefisien korelasi (R) = 0,9995. Hal ini menunjukkan bahwa besar hubungan linear antara jumlah penduduk dengan jumlah kebutuhan air bersih sesuai standar SNI adalah 0,9995 atau 99,950%. Hubungan linear yang diperoleh masuk dalam kategori sangat kuat karena $0,8 \leq |r| < 1$ (Nuryadi, Astuti, Utami, & Budiantara, 2017).

4.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh di atas, dapat dijelaskan bahwa kebutuhan air bersih berbanding lurus dengan jumlah penduduk. Artinya jika jumlah penduduk semakin banyak maka kebutuhan akan air bersih semakin meningkat. Sebaliknya jika jumlah penduduk semakin sedikit maka kebutuhan akan air bersih semakin menurun. Pertambahan maupun pengurangan jumlah penduduk dipengaruhi oleh kelahiran (natalitas), kematian (mortalitas), dan perpindahan (migrasi) (Indriyani & Rakhmawati, 2023).

Berdasarkan jumlah kebutuhan air yang diperoleh pada Tabel 10 dibandingkan dengan jumlah kebutuhan air Desa Simatohir yang disajikan pada Tabel 8 pada tahun 2025, produksi air yang tersedia pada tahun 2025 masih mencukupi hingga tahun 2034. Jumlah total kebutuhan air Desa Simatohir pada tahun 2025 adalah 0,805 L/detik, maka persentase kebutuhan air bersih sesuai standar PU pada tahun 2025 adalah 99,83%. Sedangkan persentase kebutuhan air bersih sesuai standar SNI pada tahun 2025 adalah 66,55%.

Selain dipengaruhi oleh jumlah penduduk, kebutuhan air bersih juga dipengaruhi oleh fluktuasi yang menyebabkan peningkatan maupun penurunan kebutuhan air

bersih. Dalam fluktuasi, kebutuhan air bersih pada saat normal berbanding lurus dengan kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air pada jam puncak. Artinya jika kebutuhan air bersih pada saat normal meningkat maka kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air pada jam puncak juga ikut meningkat. Sebaliknya jika kebutuhan air bersih pada saat normal menurun maka kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air pada jam puncak juga ikut menurun.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air bersih pada saat normal berdasarkan jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan 10 tahun ke depan adalah 0,835 L/detik.
2. Kebutuhan air bersih pada saat normal berdasarkan jumlah penduduk Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan pada tahun 2024-2034 adalah 0,803-0,835 L/detik.
3. Fluktuasi kebutuhan air 10 tahun ke depan di Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan terdiri dari kebutuhan air pada saat normal sebesar 0,835 L/detik, kebutuhan air harian maksimum sebesar 0,918 L/detik, dan kebutuhan air pada saat jam puncak sebesar 1,252 L/detik.

Untuk pengembangan penelitian tentang kebutuhan air bersih, maka peneliti merekomendasikan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengembangan pendistribusian air bersih di Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan agar kebutuhan air bersih tetap terpenuhi secara optimal.

2. Perlu dilakukan peningkatan pelayanan air bersih kepada masyarakat Desa Simatohir Batu Bola Kec. Angkola Julu Kota Padangsidempuan agar produksi air bersih yang dihasilkan merata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan yang telah memberikan rekomendasi untuk penelitian ini. Tidak lupa kepada Kepala Desa Simatohir yang telah membantu dalam pengumpulan data penelitian serta masyarakat yang ikut berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin, Purnaini, R., & Utomo, K. P. (2023). Analisis Kualitas Air Baku Dan Kebutuhan Air Bersih Sebagai Dasar Perencanaan Sistem Pengolahan Air Bersih Di Desa Sungai Rengas. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(3), 682-690.
- Arikunto, S. (2016). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- BSN. (2005). *SNI 03-7065-2005: Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2015). *SNI 6728.1:2015: Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam- Bagian 1: Sumber Daya Air*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Devina, V. (2022, February 14). *Pengertian dan Cara Menghitung Proyeksi Penduduk – Materi Geografi Kelas 11*. Dipetik October 26, 2024, dari Zenius Education:

<https://www.zenius.net/blog/proyeksi-penduduk>

- Farabi, M. M., Nasution, M., & Rangkuti, N. M. (2023). Evaluasi Kebutuhan Air Bersih Untuk Masyarakat di Kecamatan Binjai Timur. *Jurnal Inersia: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda*, 1(1), 37-48.
- Gunawan, W. W., Welerubun, S., Kusumastuti, C., & Sudjarwo, P. (2019). Analisis Kebutuhan Air Bersih Kota Makassar Tahun 2030. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 1(1), 324-330.
- Indriyani, & Rakhmawati, F. (2023). Perbandingan Metode Aritmatika, Metode Geometrik dan Metode Least Square Pada Proyeksi Jumlah Penduduk. *Jurnal Pendidikan Matematika: Judika Education*, 6(1), 138-148.
- Kemenkes. (2023). *PERMENKES No. 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan PP No. 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Sibuku Media.
- PU. (2007). *Permen PU No. 18/PRT/M/2007: Penyelenggaraan Pengembangan SPAM-Pedoman Penyusunan Rencana Induk Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Menteri Pekerjaan Umum.