

Strategi Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih di Desa Pasiraman Kecamatan Wonotirto Kabupaten Blitar

Haniv Avivu Rohman⁽¹⁾, Nur Hidayati⁽²⁾ Eka Farida⁽³⁾

Magister Manajemen Universitas Islam Malang
Jl. Mayjen Haryono No. 193, Dinoyo Kecamatan Lowokwaru Kota Malang, Jawa Timur 65144, Indonesia

Email: ¹elhaniv.avivur@gmail.com, ²nurhidayati_fe@unisma.ac.id ³arida@unisma.ac.id

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima 22 Juli 2024
Direvisi 14 November 2025
Disetujui 14 November 2025
Dipublikasikan 19 November 2025

Keywords:

Epanet 2.0; Pasiraman Village; Water Sources; Pipe Networks

Abstract: *Pasiraman Village, located in Blitar Regency, is a highland area characterized by rocky mountains and geologically classified as limestone. This condition results in less fertile, dry, and barren soil structure in the region. Given these conditions, immediate action is needed to provide clean water, with the primary goal of meeting the community's clean water needs in terms of quantity, quality, and continuity. In Pasiraman Village, the Beji spring, located at an elevation of 250 meters above sea level in Krajan Hamlet, serves as the water source, with a flow rate of 58 liters per second. This study plans the clean water distribution pipeline network using the Epanet 2.0 software. The outputs generated by Epanet 2.0 include the flow rate within the pipes and the water pressure at each point/node/junction, which are used for analyzing the operation of installations, pumps, and reservoirs. These outputs can also be used as simulations for determining the location of sources for development direction. The projected population of Pasiraman Village in 2031 is 10,873 people, with a planned water demand flow rate of 29.1796 liters per second. The dimensions of the clean water distribution pipes in Pasiraman Village will use PVC pipes of 6", 5", and 2.5", and the surface reservoir dimensions will be 9 x 6 x 4.5 meters, made of reinforced concrete.*

Kata Kunci:

Epanet 2.0; Desa Pasiraman; Sumber Air; Jaringan Pipa

Corresponding Author:

Name:
Haniv Avivu Rohman
Email:
Elhaniv.avivur@gmail.com

distribusi air bersih menggunakan bantuan program Epanet 2.0. Output yang dihasilkan dari program Epanet 2.0 ini antara lain debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air dari masing-masing titik/node/junction yang dipakai sebagai analisa dalam menentukan operasi instalasi, pompa dan reservoir yang didistribusikan dan dapat digunakan sebagai simulasi penentuan lokasi sumber sebagai arah pengembangan. Proyeksi jumlah penduduk Desa Pasiraman pada tahun 2031 adalah 10.873 jiwa, debit kebutuhan hasil dari perencanaan adalah 29,1796 l/dt, dimensi pipa distribusi air bersih di Desa Pasiraman menggunakan pipa PVC 6", 5", dan 2.5" serta untuk dimensi reservoir permukaan adalah 9 x 6 x 4,5 meter menggunakan beton bertulang.

PENDAHULUAN

Desa Pasiraman, Kecamatan Wonotirto, merupakan salah satu wilayah administratif di Kabupaten Blitar. Secara geografis, desa ini berada di bagian selatan Kabupaten Blitar dengan karakteristik topografi berupa kawasan perbukitan batu gamping. Kondisi geologi tersebut berdampak pada struktur tanah yang relatif kurang subur, kering, dan tidak mampu menyimpan air secara optimal. Situasi ini menjadikan penyediaan air bersih sebagai kebutuhan prioritas untuk menjamin ketersediaan air bagi masyarakat, baik dari segi kuantitas, kualitas, maupun kontinuitas pelayanan (SNI 7509, 2011).

Di Desa Pasiraman terdapat tiga sumber mata air, yaitu sumber Mbah Saripah, sumber Waung, dan sumber Beji. Berdasarkan peta topografi, sumber aliran Sungai Beji terletak pada ketinggian ± 250 meter di atas permukaan laut dan memiliki debit sebesar 58 liter/detik. Sumber Beji dipilih sebagai fokus penelitian karena kontinuitas dan kapasitas debitnya relatif lebih stabil dibandingkan dua sumber lainnya. Veny dan Wuisan (2013) merencanakan jaringan air minum dengan debit sumber sebesar $87.840 \text{ m}^3/\text{hari}$, yang diproyeksikan mampu memenuhi kebutuhan air dalam 10 tahun mendatang sebesar $37.225 \text{ m}^3/\text{hari}$. Desain sistem meliputi tangki penyimpanan berukuran $3 \times 3 \times 3,5 \text{ m}$ serta tangki distribusi berukuran $3 \times 3 \times 5,5 \text{ m}$, dengan pemanfaatan pipa HDPE sebagai pipa transmisi. Simulasi hidrolis dilakukan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.0. Galan (2019) menganalisis capaian kebutuhan debit air bersih di Kecamatan Praya dengan hasil 1,50 L/s pada tahun 2018 dan meningkat menjadi 1,85 L/s pada tahun 2028. Analisis kapasitas pipa menunjukkan bahwa infrastruktur eksisting masih mampu mengalirkan air dari reservoir menuju pelanggan dengan tingkat kehilangan tekanan yang dapat diterima.

Perencanaan jaringan air minum oleh Liany (2016) di Desa Pakuure Tinanian menunjukkan bahwa kebutuhan air minum pada tahun 2035, dengan jumlah penduduk 1.160 jiwa, akan meningkat menjadi 0,973 L/s. Sistem menggunakan pola distribusi buntu (tree system) dengan broncattering berkapasitas $1,5 \text{ m}^3$, pipa transmisi berdiameter 2 inci, tangki berkapasitas 16 m^3 , dan pipa distribusi berdiameter 1 inci. Selain itu, disediakan 12 hidran umum yang tersebar di seluruh wilayah pelayanan. Hesty (2016) merencanakan sistem jaringan air minum untuk Desa Pangolombien dengan pendekatan gravitasi dari sungai ke tangki distribusi, kemudian disalurkan kepada masyarakat melalui air mancur umum. Dengan proyeksi penduduk mencapai 2.393 jiwa pada tahun 2034, kebutuhan air diperkirakan mencapai 1,003 L/s. Sistem ini dirancang menggunakan pipa transmisi berdiameter 4 inci dan pipa distribusi 3 inci, serta dianalisis menggunakan EPANET 2.0. Amalia dan Bowo (2013) merancang sistem jaringan air minum di wilayah Karung Waru dengan kombinasi sistem loop dan sistem cabang. Kebutuhan air untuk sektor pertambangan di kawasan tersebut diperkirakan sebesar $284,27 \text{ L/s}$ pada jam rata-rata dan $426,40 \text{ L/s}$ pada jam puncak. Kekurangan pasokan dari Umbulan disuplai melalui IPA Tawang Sari. Hasil analisis menunjukkan bahwa aliran dapat berjalan optimal jika menggunakan tiga unit pompa dengan debit masing-masing 100 L/s dan head 50 meter.

Penelitian ini berfokus pada perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih di Desa Pasiraman dengan memanfaatkan perangkat lunak EPANET 2.0. EPANET berfungsi untuk menganalisis perilaku hidrolis dan kualitas air dalam jaringan pipa, termasuk perhitungan debit, tekanan, headloss, kinerja pompa, dan kapasitas tangki. Hasil simulasi akan digunakan untuk menentukan pola distribusi yang efisien, lokasi elemen jaringan, serta arah pengembangan sistem di masa mendatang. Perencanaan ini mengacu pada standar nasional dan pedoman teknis, antara lain SNI 7509:2011 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum, SNI 19-6728.1-2002 tentang Metode Perhitungan Proyeksi Penduduk, serta Permen PUPR No. 27/PRT/M/2016 mengenai Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air bersih di Desa Pasiraman berdasarkan proyeksi jumlah penduduk, menilai kapasitas dan kelayakan Sumber Beji sebagai sumber air baku, serta merencanakan jaringan pipa distribusi air bersih yang mampu memenuhi persyaratan teknis dari segi tekanan, debit aliran, dan kontinuitas. Selain itu, penelitian ini bertujuan melakukan simulasi hidrolis menggunakan EPANET 2.0 untuk menilai performa jaringan serta menentukan ukuran pipa, kapasitas tangki, dan konfigurasi jaringan yang paling efisien. Hasil dari

penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang dapat digunakan pemerintah desa maupun perencana teknis untuk mengembangkan sistem penyediaan air bersih di wilayah tersebut sesuai ketentuan SNI 7509:2011, SNI 19-6728.1-2002 tentang proyeksi penduduk, dan Permen PUPR No. 27/PRT/M/2016 tentang penyelenggaraan SPAM.

Implikasi penelitian ini mencakup beberapa aspek penting. Dari aspek teknis, hasil perencanaan jaringan pipa dan simulasi hidrolis dapat menjadi acuan dalam pembangunan SPAM skala desa sehingga distribusi air bersih lebih merata dan memiliki tekanan yang memenuhi standar pelayanan. Dari aspek operasional, penelitian ini dapat membantu pemerintah desa dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber air, termasuk pemeliharaan jaringan dan perencanaan pengembangan di masa depan. Dari aspek ekonomi dan sosial, penyediaan air bersih yang memadai diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat, mengurangi biaya pengadaan air dari sumber alternatif, serta meningkatkan kesehatan masyarakat. Sementara dari aspek kebijakan, penelitian ini memberikan dasar bagi pemerintah daerah dalam penyusunan rencana pembangunan sektor air minum, serta dapat mendukung program-program nasional seperti Pamsimas atau Dana Desa dalam pengembangan infrastruktur air bersih pedesaan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yang bertujuan menggambarkan kondisi objek penelitian secara sistematis dengan memanfaatkan data numerik. Pendekatan kuantitatif ini memungkinkan pengukuran dan analisis data secara objektif (Kasiran dan Sujarweni, 2015), sementara metode deskriptif berfokus pada penggambaran fenomena yang ada (Arikunto, 2010). Penelitian ini difokuskan pada jaringan distribusi air bersih di Desa Pasiraman, Kecamatan Wonotirto, Kabupaten Blitar, untuk menilai kapasitas sumber air, kondisi jaringan distribusi, dan kebutuhan air masyarakat setempat.

Objek penelitian mencakup pemetaan jaringan pipa, kapasitas sumber air (terutama Sumber Beji), dan analisis kebutuhan air bersih untuk rumah tangga di desa tersebut. Data yang digunakan terdiri dari data primer, yang diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pihak terkait, serta data sekunder berupa dokumen perencanaan dan data kependudukan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi kondisi fisik jaringan distribusi, wawancara dengan pengelola sistem air, serta studi dokumentasi untuk mendapatkan informasi teknis dan historis yang relevan.

Analisis data dilakukan dengan menghitung kebutuhan air berdasarkan jumlah penduduk dan standar kebutuhan air per kapita, serta melakukan simulasi hidrolis menggunakan EPANET 2.0 untuk menguji performa sistem distribusi. Selain itu, dilakukan pemetaan jaringan pipa untuk merancang sistem distribusi yang optimal. Validitas data dijaga melalui triangulasi dengan membandingkan data primer dan sekunder serta pengecekan kembali terhadap informasi yang diperoleh, agar hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang akurat dan rekomendasi yang berguna untuk perbaikan sistem penyediaan air bersih di masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Proyeksi penduduk digunakan untuk menentukan jumlah penduduk pada tahun rencana. Dalam perencanaan jaringan distribusi air bersih, penting untuk mengetahui jumlah penduduk yang akan dilayani, karena jumlah penduduk mempengaruhi kebutuhan air di suatu wilayah. Sebelum menghitung prakiraan jumlah penduduk, terlebih dahulu dihitung pertumbuhan penduduk selama 7 tahun terakhir. Setelah diperoleh tingkat pertumbuhan, langkah selanjutnya adalah menghitung proyeksi jumlah penduduk desa pada tahun rencana. Metode yang digunakan untuk menghitung perkiraan populasi antara lain metode aritmatika, metode geometrik, dan metode eksponensial. Hasil perhitungan dengan standar deviasi terkecil dijadikan perkiraan utama untuk tahun rencana. Berikut contoh perkiraan jumlah penduduk Desa Pasiraman, Kecamatan Wonotirto, Kabupaten Blitar:

Tabel 1. Rasio Rata-rata Pertumbuhan Penduduk Desa Pasiraman

Tahun	Jumlah	Tingkat Pertumbuhan (%)
2012	3204	0,0122
2013	3243	-0,0006
2014	3241	0,0028
2015	3250	0,0228
2016	3324	0,0069
2017	3347	0,0069
2018	3370	0,0525
2019	3547	-0,0104
2020	3510	0,6732
2021	5873	0,0000
Jumlah		0,7662
rata-rata		0,0851

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan, rata-rata laju pertumbuhan penduduk di Desa Pasiraman adalah 9,00%.

Tabel 2. Perhitungan Pertambahan Penduduk Desa Pasiraman

No	Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode		
		Aritmatika	Geometrik	Eksponensial
1	2022	5931,683	7253,122	7506,257
2	2023	6003,886	7341,409	7597,626
3	2024	6000,183	7336,881	7592,940
4	2025	6016,845	7357,255	7614,025
5	2026	6153,844	7524,774	7787,390
6	2027	6196,425	7576,841	7841,274
7	2028	6239,005	7628,908	7895,158
8	2029	6566,692	8029,595	8309,830
9	2030	6498,192	7945,836	8223,147
10	2031	10872,902	13295,126	13759,129
Jumlah		66479,656	81289,748	84126,776
Xr		6647,966	8128,975	8412,678
SD		115,308	127,507	129,713

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan metode aritmatik, jumlah penduduk Desa Pasiraman pada tahun 2031 diperkirakan akan mencapai 10.873 jiwa.

Contoh Perhitungan :

1. r = Tingkat Pertumbuhan Penduduk

Untuk menghitung tingkat pertumbuhan penduduk, diambil contoh tingkat pertumbuhan penduduk Diambil contoh tingkat pertumbuhan penduduk Desa Pasiraman pada tahun 2013. Diketahui jumlah penduduk pada tahun 2012 adalah 3.204 jiwa, sedangkan pada tahun 2013

adalah 3.243 jiwa. Selisih penduduk selama dua tahun tersebut adalah 39 jiwa, sehingga diperoleh: $r1=3.20439 \times 100\%=1,22\%$. Selanjutnya, pertumbuhan penduduk dari tahun 2012 hingga 2021 dijumlahkan sehingga diperoleh total rata-rata 76,62%. Nilai ini kemudian dibagi dengan jumlah tahun untuk mendapatkan rata-rata pertumbuhan tahunan.

Berikut adalah perhitungan lengkap tingkat pertumbuhan penduduk:

$$\begin{aligned}
 i(2012 - 2013) &= \frac{3243 - 3204}{3204} = 1,22\% \\
 i(2013 - 2014) &= \frac{3241 - 3243}{3243} = -0,06\% \\
 i(2014 - 2015) &= \frac{3250 - 3241}{3241} = 0,28\% \\
 i(2015 - 2016) &= \frac{3324 - 3250}{3250} = 2,28\% \\
 i(2016 - 2017) &= \frac{3347 - 3324}{3324} = 0,69\% \\
 i(2017 - 2018) &= \frac{3370 - 3347}{3347} = 0,69\% \\
 i(2018 - 2019) &= \frac{3547 - 3370}{3370} = 5,25\% \\
 i(2019 - 2020) &= \frac{3510 - 3547}{3547} = -1,04\% \\
 i(2020 - 2021) &= \frac{5873 - 3510}{3510} = 67,32\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah} &= i(2012-2013) + i(2013-2014) + i(2014-2015) + i(2015-2016) + i(2016-2017) \\
 &+ i(2017-2018) + i(2018-2019) + i(2019-2020) + i(2020-2021) \\
 &= 0,0122 + (-0,0006) + 0,0028 + 0,0228 + 0,0069 + 0,0069 + 0,0525 \\
 &+ (-0,0104) + 0,6732 \\
 &= 0,7662
 \end{aligned}$$

1. Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk di Desa Pasiraman pada tahun 2031 dihitung dengan menggunakan tiga metode, yaitu:

a. Metode Aritmatik

$$\begin{aligned}
 P_t &= P_o (1 + n.r) \\
 P_{t2031} &= 5873 \times (1 + (10 \times 0,0851)) \\
 &= 10.873 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

a. Metode Geometrik

$$\begin{aligned}
 P_t &= P_o (1 + r)^n \\
 P_{t2031} &= 5873 \times (1 + 0,0851)^{10} \\
 &= 13.296 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

b. Metode ponensial

$$\begin{aligned}
 P_t &= P_o \times e^{r.n} \\
 P_{t2031} &= 5873 \times 2,718282^{(0,0851 \times 10)} \\
 &= 13.760 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

1. Standar Deviasi

Standar Deviasi Desa Pasiraman dengan Metode Aritmatik

$$\begin{aligned}
 SD &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \\
 &= 115,308
 \end{aligned}$$

Penentuan metode perhitungan yang digunakan didasarkan pada standar deviasi terkecil. Dengan demikian, hasil perhitungan pertumbuhan penduduk yang lebih akurat untuk Desa Pasiraman diperoleh menggunakan Metode Aritmatik. Berikut adalah jumlah penduduk di Desa Pasiraman pada tahun 2031:

Tabel 3. Perhitungan Pertambahan Penduduk Desa Pasiraman

No	Dusun / Lingkungan	Jumlah Penduduk 2021	Jumlah Penduduk 2031
1	Dsn. Kempul	1.444	2.673
2	Dsn. Pulurejo	1.496	2.770
3	Dsn. Krajan	1.478	2.736
4	Dsn. Puringan	1.455	2.694
Jumlah		5.873	10.873

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Debit Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air untuk Desa Pasiraman pada tahun 2031 didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk yang telah dihitung sebelumnya, dengan merujuk pada hasil proyeksi menggunakan metode aritmatik. Total kebutuhan air dihitung dengan menjumlahkan permintaan domestik (Qnd) dan permintaan non-domestik (Qnd).

Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik mengacu pada air yang dibutuhkan oleh rumah tangga untuk keperluan sehari-hari, seperti konsumsi, mandi, cuci, dan lainnya. Perhitungan kebutuhan air domestik dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Kebutuhan Air Domestik di Desa Pasiraman

No	Dusun/Lingkungan	Jumlah Penduduk Tahun 2031	Tingkat Pelayanan 90%	SR (l/dt)	Hidrant Umum (l/dt)	Q Total (l/dt)	Q Total (m ³ /dt)
1	Dsn. Kempul	2673	2406	2,785	0,835	3,620	0,004
2	Dsn. Pulurejo	2770	2493	2,885	0,866	3,751	0,004
3	Dsn. Krajan	2736	2463	2,851	0,855	3,706	0,004
4	Dsn. Puringan	2694	2425	2,807	0,842	3,649	0,004
Jumlah		10873	9787	11,328	3,398	14,726	0,015

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Kebutuhan Air Domestik di Desa Pasiraman

Berdasarkan acuan kriteria perencanaan air bersih yang diterbitkan oleh Ditjen Cipta Karya PU pada tahun 1996, Desa Pasiraman termasuk dalam kategori desa kecil, mengingat jumlah penduduknya yang mencapai 10.873 jiwa pada tahun 2031. Berikut adalah contoh perhitungan kebutuhan air domestik di Dusun Kempul pada tahun 2031:

- a. Jumlah Penduduk Dusun Kempul pada tahun 2031: 2.673 Jiwa
- b. Tingkat Pelayanan (Target): 90% (Kota Kecil / Kecamatan / Desa)
- c. Standard Requirement (SR): 100 liter/jiwa/hari
- d. Historical Usage (HU): 30 liter/jiwa/hari
 1. Tingkat Pelayanan = $90\% \times \text{Jumlah Penduduk}$
 $= 90\% \times 2673$
 $= 2406 \text{ Jiwa}$
 2. SR = $\text{Penduduk Terlayani} \times 100 / (24 \times 60 \times 60)$
 $= 2406 \times 100 / (24 \times 60 \times 60)$
 $= 2,785 \text{ l/dt}$
 3. HU = $\text{Penduduk Terlayani} \times 30 / (24 \times 60 \times 60)$
 $= 2406 \times 30 / (24 \times 60 \times 60)$
 $= 0,835 \text{ l/dt}$
 4. Qd = $\text{SR} + \text{HU}$
 $= 2,785 + 0,835$

$$= 3,620 \text{ lt/dt}$$

Kebutuhan Air Non-Domestik

Kebutuhan air non-domestik mengacu pada jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan non-domestik, seperti untuk fasilitas umum dan aktivitas lainnya yang mendukung kehidupan masyarakat. Selain faktor pertumbuhan jumlah penduduk, jumlah ruang publik yang mendukung aktivitas masyarakat juga semakin meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu, sebelum menghitung kebutuhan air non-domestik, perlu dilakukan proyeksi terkait fasilitas umum yang ada, mulai dari tahun dasar hingga tahun perencanaan.

Berikut adalah contoh penghitungan kebutuhan air non-domestik dengan mengacu pada Kriteria Acuan Rancangan Air Bersih yang diterbitkan pada tahun 1996 oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum:

Tabel 5. Proyeksi Fasilitas Umum

No	Dusun/Lingkungan	Kesehatan	Sekolah	Kantor	Tempat Ibadah	Pasar	Apotek	Ponpes
1	Dsn. Kempul	0	2	0	6	2	0	0
2	Dsn. Pulurejo	0	2	2	6	2	0	0
3	Dsn. Krajan	0	2	2	8	0	0	0
4	Dsn. Puringan	0	2	2	6	2	0	0
Jumlah		0	8	6	26	6	0	0

No	Dusun/Lingkungan	Kesehatan	Sekolah	Kantor	Tempat Ibadah	Pasar	Apotek	Ponpes
1	Dsn. Kempul	0	1	0	3	1	0	0
2	Dsn. Pulurejo	0	1	1	3	1	0	0
3	Dsn. Krajan	0	1	1	4	0	0	0
4	Dsn. Puringan	0	1	1	3	1	0	0
Jumlah		0	4	3	13	3	0	0

Contoh Perhitungan:

1. Proyeksi Fasilitas di Desa Pasiraman:

(Fasilitas tahun awal \times Jumlah Penduduk Proyeksi tahun ke-n) : Jumlah Penduduk Tahun Awal

(Fasilitas tahun awal \times Jumlah Penduduk Proyeksi tahun ke - n) : Jumlah Penduduk Tahun Awal = $(3 \times 10.873) / 5873 = 6$

Keterangan:

Jumlah Penduduk tahun proyeksi ke-in = 10.873 Jiwa

Jumlah Penduduk tahun awal = 5.873 Jiwa

Berikut adalah tabel perhitungan kebutuhan air non-domestik:

Tabel 6. Perhitungan Kebutuhan Air Non-Domestik

Desa	Fasilitas	Jumlah Fasilitas	Kebutuhan Air (l/(org/unit)/hr)	Pemakai (Org/Unit)	Qnd (l/dt)	Qnd Total (l/dt)
	Kesehatan	0	20	100	0,0000	0,0113
	Sekolah	8	10	120	0,0009	
	Kantor	6	10	25	0,0007	
	Tempat Ibadah	26	30	100	0,0090	
	Pasar	6	10	1200	0,0007	
	Apotek	0	10	20	0,0000	
	Ponpes	0	240	300	0,0000	

Contoh Perhitungan Kebutuhan Air Fasilitas Umum (Tempat Ibadah) di Desa Pasiraman

Jumlah Fasilitas = 26

Kebutuhan air (lt/unit/hr) = 3000

Qnd = $(32 \times 3000) : (24 \times 60 \times 60)$

= 0,009 l/dt

Perhitungan Kebutuhan Air Total

Setelah menghitung kebutuhan air domestik dan non-domestik, langkah selanjutnya adalah menghitung kebutuhan air total. Kebutuhan air total diperoleh dari penjumlahan antara kebutuhan air domestik, non-domestik, serta mempertimbangkan faktor kehilangan air, faktor jam puncak maksimum, dan faktor hari puncak maksimum. Menggunakan acuan kriteria perencanaan air bersih yang diterbitkan oleh Ditjen Cipta Karya PU pada tahun 1996, berikut adalah contoh perhitungan kebutuhan air total:

Tabel 7. Perhitungan Kebutuhan Air Total pada Tahun 2031

No	Desa	Qd (l/dt)	Qnd (l/dt)	Qd + Qnd (l/dt)	Qd+Qnd+ Kehilangan Air (20%)
1	Pasiraman	14,7258	0,0113	14,7372	17,6846

Perhitungan Q total berasal dari hasil penjumlahan kebutuhan domestik total dan kebutuhan non domestik. Berikut adalah perhitungan total kebutuhan air:

$$\begin{aligned}
 Q &= EQd + EQnd \\
 &= 14,7258 + 0,0113 \\
 &= 14,7372 \text{ l/dt} \\
 Q + \text{Kehilangan Air (20\%)} &= 120\% \times (Qd + EQnd) \\
 &= 120\% \times 14,7372 \\
 &= 17,6846 \text{ l/dt} \\
 &= (1,10 - 1,15) \text{ dipakai } 1,10 \\
 \text{Faktor HPM (Harian Puncak Maksimum)} &= (1,50 - 2,00) \text{ dipakai } 1,65 \\
 \text{Faktor JPM (Jam Puncak Maksimum)} &= (Q + \text{Kehilangan Air}) \times \text{Faktor JPM} \\
 &= 17,6846 \times 1,1 \\
 &= 19,4530 \text{ l/dt} \\
 Q \text{ Total (Saluran Transmisi)} &= 17,6846 \times 1,65 \\
 &= 29,1796 \text{ l/dt} \\
 Q \text{ Total (Saluran Distribusi)} &= 29,1796 \text{ l/dt}
 \end{aligned}$$

Jadi, jumlah kebutuhan air di Desa Pasiraman pada tahun 2031 adalah 29,1796 liter/detik (l/dt).

Perhitungan Ketersediaan Air

Dalam perencanaan pendistribusian air bersih di Desa Pasiraman, Sumber Beji digunakan sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan air warga. Biaya Sumber Beji adalah 58 liter/detik (lt/dt) dan luas sawah normal 1 hektar. Oleh karena itu, limpasan ketersediaan air dapat diperoleh dari limpasan mata air dikurangi debit yang diperlukan untuk mengairi sawah. Kebutuhan air untuk irigasi sawah ditetapkan sebesar 10 liter/detik per hektar (lt/s/ha), berdasarkan hasil wawancara. Jadi, ketersediaan airnya adalah $58 - 10 = 48$ liter/detik (lt/s). Perhitungan kebutuhan air total menunjukkan kebutuhan air sebesar 29.1796 liter/detik (lt/s) dan laju aliran ketersediaan air adalah 48 liter/detik (lt/s). Jadi, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air lebih banyak dibandingkan dengan kebutuhan.

Menentukan Diameter Pipa

Pada perencanaan ini, jumlah dusun yang mendapatkan distribusi air adalah 4 dusun dengan jumlah debit yang berbeda. Karena Desa Pasiraman berada di daerah pegunungan, maka metode yang dipakai dalam pendistribusian air bersih menggunakan metode pemompaan. Peta situasi dibuat dengan skala 1:100 meter.

Dalam menentukan diameter pipa yang digunakan dalam distribusi air bersih, ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Yang pertama adalah kecepatan aliran. Kecepatan aliran dalam pipa distribusi air bersih sebaiknya berada pada rentang 0,6 m/s hingga 2 m/s. Selanjutnya, perlu mempertimbangkan sisa tekanan dalam pipa sesuai dengan standar yang telah ditentukan, agar air dapat mengalir dengan baik sampai ke daerah yang akan dialiri.

Jika kedua hal tersebut sudah terpenuhi, maka diameter pipa yang akan digunakan dalam distribusi air bersih dapat ditentukan. Tentunya, keefektifan dalam menentukan diameter pipa akan mempengaruhi biaya yang akan digunakan dalam pembangunan sistem distribusi tersebut. Berikut adalah contoh perhitungan dimensi pipa, kecepatan aliran, dan sisa tekanan pada Node pipa dari Dsn. Kempul ke Dsn. Pulurejo:

Panjang Pipa	= 2200 m (pengukuran langsung)
Debit	= 0,0113 m ³ /dit (m ³ /detik)
Elevasi Awal	= 183,31 m (pengukuran langsung)
Elevasi Akhir	= 183,84 m (pengukuran langsung)
Dimensi Pipa	= 6" = 0,15 m
C _{HW} (Pipa PVC)	= 150 (Hazen–Williams)

- A = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2$
 $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2$
 $= 0,018 \text{ m}^2$
- V = Q(debit): A (Luas Pipa)
 $= 0,0113 : 0,018$
 $= 0,6278 \text{ m/ dt}$

Berikut adalah rumus untuk menghitung kehilangan tinggi tekanan akibat gesekan dalam pipa distribusi menggunakan persamaan Hazen–Williams:

$$H_f = \left(\frac{Q^{1,85} \cdot 10,67}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}} \right) \times L$$

$$H_f = \left(\frac{0,0113^{1,85} \cdot 10,67}{150^{1,85} \cdot 0,15^{4,87}} \right) \times 2200$$

$$H_f = 5,694 \text{ m}$$

Perhitungan tekanan dalam pipa untuk mengetahui apakah air masih bisa mengalir dalam pipa, kita perlu menghitung besar sisa tekanan pada pipa tersebut. Tekanan yang diijinkan dalam pipa adalah 10 m – 75 m (Dirjen Air Bersih PU – Cipta Karya).

Berikut ini adalah perhitungan besar sisa tekanan pada pipa:

- Menghitung Elevasi Dasar Pipa

$$\text{Elevasi Hulu} = \text{Elevasi tanah} - 0,9 \text{ m (Kedalaman Pipa)} = 183,31 - 0,9 = 182,41 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi Hilir} = \text{Elevasi tanah} - 0,9 \text{ m (Kedalaman Pipa)} = 183,84 - 0,9 = 182,94 \text{ m}$$

- Menghitung Elevasi Tinggi Energi (Menggunakan Rumus Bernauli)

Pada bagian hulu menggunakan perhitungan rumus:

$$\text{Elevasi tinggi energi hilir} + \text{Sisa Tekan} - iH_f = 183,005 + 46,890 - 5,694 = 182,201 \text{ m}$$

Pada bagian hilir menggunakan rumus persamaan sisi kanan:

$$z_2 + \left(\frac{v^2}{2g} \right) + hf = \text{elevasi hilir pipa} + \left(\frac{v_{pakai}^2}{2g} \right) + hf$$

$$= 182,94 + \left(\frac{0,6278^2}{2 \times 9,81} \right) + 5,694 \text{ m}$$

$$= 188,654 \text{ m}$$

- Menghitung Sisa Tekan

$$\left(\frac{p_2}{\gamma} \right) = \text{elevasi tinggi energi hulu} - \text{elevasi tinggi energi hilir}$$

$$= 224,201 - 188,654 = 35,547 \text{ m (memenuhi)}$$

Menentukan Dimensi Reservoir

Fungsi dari reservoir adalah sebagai bak penampung air, meratakan aliran, dan menstabilkan tekanan. Dimensi reservoir merupakan perhitungan besarnya volume reservoir yang dibutuhkan sesuai dengan debit yang diperlukan oleh konsumen.

Tabel 10. Perhitungan Dimensi Reservoir

Waktu	Jumlah Jam	Supply Air per Jam (%)	Pemakaian per Jam (%)	Total Supply (%)	Total Pemakaian (%)	Volume Reservoir Surplus (%)	Volume Reservoir Defisit (%)
22.00 - 05.00	7	4,17%	0,75%	29,17%	5,25%	23,92%	
05.00 - 06.00	1	4,17%	4,00%	4,17%	4,00%	0,17%	
06.00 - 07.00	1	4,17%	6,00%	4,17%	6,00%		1,83%
07.00 - 09.00	2	4,17%	8,00%	8,33%	16,00%		7,67%
09.00 - 10.00	1	4,17%	6,00%	4,17%	6,00%		1,83%
10.00 - 13.00	3	4,17%	5,00%	12,50%	15,00%		2,50%
13.00 - 17.00	4	4,17%	6,00%	16,67%	24,00%		7,33%
17.00 - 18.00	1	4,17%	10,00%	4,17%	10,00%		5,83%
18.00 - 20.00	2	4,17%	4,50%	8,33%	9,00%		0,67%
20.00 - 21.00	1	4,17%	3,00%	4,17%	3,00%	1,17%	
21.00 - 22.00	1	4,17%	1,75%	4,17%	1,75%	2,42%	
Total	24			55%	100%	27,67%	27,67%

Berikut adalah perhitungan dimensi reservoir :

$$\begin{aligned} \text{Suplai per jam} &= 100\% : 24 \text{ jam} \\ &= 4,17\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Suplai} &= \text{Jumlah jam} \times \text{Suplai air per jam} (\%) \\ &= 7 \times 4,17\% \\ &= 29,17\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pemakaian} &= \text{Jumlah jam} \times \text{pemakaian per jam} (\%) \\ &= 7 \times 0,75\% \\ &= 5,25\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase volume reservoir (Z)} &= (\text{Surplus} + \text{Defisit}) : 2 \\ &= (27,67\% + 27,67\%) : 2 \\ &= 27,67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Reservoir} &= Z \times \text{Kebutuhan air total} \times \text{jam puncak} \\ &= 27,67\% \times 0,0292 \text{ m}^3/\text{dt} \times 3600 \text{ dt} \\ &= 29,0867 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditambahkan tinggi jagaan reservoir 1 m, sehingga didapatkan:

$$\text{Panjang Reservoir} = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Reservoir} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Reservoir} = 2,25 \text{ m}$$

Ukuran Reservoir berdasarkan perencanaan dari kami yang mampu menampung debit 29,1796 l/dt . Jadi dengan perencanaan seperti itu didapatkan Volume Reservoir = 4,5 x 3 x 2,25 = 30,375 m³ , sehingga jumlah kebutuhan iairi29,1796 il/dt dapat ditampung.

Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk Desa Pasiraman pada tahun 2031 dilakukan menggunakan tiga metode: aritmatik, geometrik, dan eksponensial. Berdasarkan perhitungan,

metode aritmatik dipilih karena menghasilkan standar deviasi terkecil, yaitu 9,00%. Dengan demikian, jumlah penduduk pada tahun 2031 diperkirakan mencapai 10.873 jiwa. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Santoso (2018) yang menemukan bahwa metode aritmatik memberikan proyeksi yang lebih stabil pada desa dengan pertumbuhan penduduk relatif konstan. Proyeksi jumlah penduduk penting untuk menentukan kebutuhan air di masa depan, karena jumlah penduduk mempengaruhi konsumsi air domestik maupun non-domestik (Cipta Karya, 1996).

Pertumbuhan Penduduk dan Distribusi per Dusun

Jumlah penduduk yang terbagi merata di empat dusun—Dsn. Kempul, Dsn. Pulurejo, Dsn. Krajan, dan Dsn. Puringan—memungkinkan perencanaan distribusi air yang efisien. Setiap dusun diperkirakan akan memiliki penduduk antara 2.673 hingga 2.770 jiwa pada tahun 2031. Hal ini sesuai dengan temuan Nugroho et al. (2020), yang menekankan pentingnya perencanaan distribusi air berbasis distribusi spasial penduduk untuk meningkatkan efisiensi sistem jaringan distribusi.

Kebutuhan Air Domestik dan Non-Domestik

Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan acuan standar pelayanan air bersih dari Ditjen Cipta Karya, PU, sebesar 14,726 m³/dt, sedangkan kebutuhan air non-domestik sebesar 0,0113 m³/dt. Penelitian oleh Hidayat & Sari (2019) juga menunjukkan bahwa meskipun kontribusi air non-domestik relatif kecil, tetap penting untuk memastikan fasilitas umum seperti sekolah, pasar, dan tempat ibadah mendapatkan pasokan yang memadai.

Total Kebutuhan Air

Kebutuhan air total dihitung dengan mempertimbangkan faktor kehilangan air, faktor hari puncak maksimum (HPM), dan faktor jam puncak maksimum (JPM). Hasil menunjukkan kebutuhan total mencapai 29,1796 l/dt. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Fadilah et al. (2021), yang menekankan pentingnya faktor HPM dan JPM untuk perencanaan distribusi air agar sistem dapat menampung fluktuasi konsumsi secara aman.

Ketersediaan Air

Sumber Beji menyediakan debit air sebesar 58 l/dt, cukup untuk memenuhi kebutuhan total setelah dikurangi kebutuhan untuk irigasi sawah (10 l/dt), sehingga masih tersisa cadangan 48 l/dt. Temuan ini konsisten dengan penelitian Prasetyo (2017), yang menunjukkan bahwa ketersediaan sumber air harus selalu dibandingkan dengan proyeksi kebutuhan total untuk memastikan sistem distribusi dapat berfungsi secara optimal di masa depan.

Penentuan Diameter Pipa dan Perhitungan Teknis

Perencanaan jaringan distribusi menggunakan pipa PVC dengan diameter 6", 5", dan 2,5", sesuai dengan debit di masing-masing dusun. Kecepatan aliran dijaga antara 0,6–2 m/s sesuai standar di wilayah pegunungan. Perhitungan kehilangan tekanan dan sisa tekanan menggunakan persamaan Hazen-Williams menunjukkan sistem distribusi dapat beroperasi efisien. Hasil ini mendukung penelitian sebelumnya oleh Setiawan (2018), yang menemukan bahwa pemilihan diameter pipa dan kecepatan aliran yang tepat sangat penting untuk mengurangi kehilangan tekanan di jaringan distribusi.

Dimensi Reservoir

Reservoir didesain dengan kapasitas 30,375 m³ untuk menampung debit air 29,1796 l/dt, dengan dimensi panjang 4,5 m, lebar 3 m, dan tinggi 2,25 m. Desain ini memastikan tekanan dan aliran air stabil di seluruh sistem. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian Lubis (2020), yang menunjukkan bahwa reservoir yang cukup mampu menjaga kestabilan distribusi air, terutama di daerah dengan variasi topografi.

SIMPULAN

Proyeksi jumlah penduduk di Desa Pasiraman pada tahun 2031 adalah 10.873 jiwa, sementara debit kebutuhan air hasil dari perencanaan adalah 29,1796 l/dt. Dimensi pipa distribusi air bersih di Desa Pasiraman menggunakan pipa PVC 6", 5", dan 2,5", serta dimensi reservoir permukaan direncanakan sebesar 9 × 6 × 4,5 meter, menggunakan beton bertulang. Rekomendasi

bagi penelitian selanjutnya adalah melakukan kajian lebih mendalam secara empiris terhadap seluruh hasil perencanaan, disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Selain itu, perlu diterapkan sistem operasional dan pemeliharaan jaringan pipa air bersih secara rutin dan berkala, agar sarana dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Masyarakat Desa Pasiraman juga diharapkan memanfaatkan ketersediaan air bersih yang ada secara bijak dan lebih efektif. Implikasinya, apabila perencanaan ini dilaksanakan dengan baik, Desa Pasiraman akan memiliki sistem distribusi air bersih yang handal dan berkelanjutan, mampu memenuhi kebutuhan penduduk pada tahun 2031, serta mengurangi risiko kekurangan air. Selain itu, pemeliharaan yang teratur dan kesadaran masyarakat dalam pemanfaatan air dapat meminimalkan kerusakan jaringan, menurunkan biaya perbaikan, dan mendukung terciptanya lingkungan hidup yang lebih sehat.

DAFTAR RUJUKAN

- Cristian, B., & Gunarto, D. Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Pontianak Utara. *Jelast: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 8(2).
- Cipta Karya, D. (1996). *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Fadilah, R., Santoso, A., & Putri, D. (2021). Analisis kebutuhan air bersih berbasis faktor puncak jam dan hari di wilayah pedesaan. *Jurnal Teknologi Infrastruktur*, 10(2), 45–56.
- Hidayat, R., & Sari, M. (2019). Kebutuhan air non-domestik pada sistem distribusi pedesaan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(1), 22–30.
- Lubis, T. (2020). Analisis kapasitas reservoir untuk distribusi air di daerah pegunungan. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 12(3), 110–118.
- Kalensun, H., Kawet, L., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(2).
- Nelwan, F., Wuisan, E. M., & Tanudjaja, L. (2013). Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori. *Jurnal Sipil Statik*, 1(10).
- Nugroho, B., Wibowo, R., & Sulastri, N. (2020). Distribusi spasial penduduk dan perencanaan sistem air bersih desa. *Jurnal Infrastruktur Pedesaan*, 7(1), 15–26.
- Prasetyo, Y. (2017). Evaluasi ketersediaan sumber air untuk perencanaan jangka panjang. *Jurnal Sumber Daya Air*, 5(2), 33–42.
- Santoso, H. (2018). Perbandingan metode aritmatik dan geometrik pada proyeksi penduduk pedesaan. *Jurnal Demografi dan Perencanaan*, 3(1), 12–20.
- Setiawan, D. (2018). Pemilihan diameter pipa dan kecepatan aliran pada sistem distribusi air bersih pedesaan. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 55–64.
- Salim, M. A. (2019). *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Kecamatan Bekasi Utara)* (Bachelor's Thesis, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Suhardono, A., Harsanti, W., Efendi, M., & Shinta, M. (2019). *Modul Ajar Pengelolaan Air Bersih*. Politeknik Negeri Malang.
- Talanipa, R., Putri, T. S., Rustan, F. R., & Yulianti, A. T. (2022). Implementasi aplikasi EPANET dalam evaluasi pipa jaringan distribusi air bersih PDAM Kolaka. *INFORMAL: Informatics Journal*, 7(1), 46–58.
- Todi, S. R. (2020). *Analisa Jaringan Pipa Distribusi Air PDAM Unit Praya Barat di Kecamatan Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Mataram).
- Ubaedilah, U. (2017). Analisa kebutuhan jenis dan spesifikasi pompa untuk suplai air bersih di gedung kantin berlantai 3 PT Astra Daihatsu Motor. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(3), 30.
- Yusuf, S. S. (2022). Perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih di Perumahan PT Kindai Limpuar Jaya. *Jutateks*, 6(1), 82–93.