

ANALISIS JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH MENGGUNAKAN EPANET 2.2 DI PERUMAHAN LOBUNTA KELURAHAN BANJARWANGUNAN

ANALYSIS OF A DRINKING WATER DISTRIBUTION NETWORK USING EPANET 2.2 IN THE LOBUNTA HOUSING COMPLEX, BANJARWANGUNAN VILLAGE

Helenadya Greenov¹ Awliya Tribhuwana²

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Swadaya Gunung Jati, Jl. Pemuda Raya No. 32 Cirebon Telp: 0231 206558. Email: helenadya.122130111@ugj.ac.id.

² Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Swadaya Gunung Jati, Jl. Pemuda Raya No. 32 Cirebon Telp: 0231 206558. Email: tribhuwana69@gmail.com.

Abstrak

Jaringan distribusi air bersih adalah infrastruktur penting untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Namun, masalah seperti tekanan air rendah, distribusi yang tidak merata, dan kehilangan air yang tinggi sering terjadi pada sistem perpipaan. Penelitian ini bertujuan menilai kinerja jaringan distribusi air bersih di Perumahan Lobunta, Kelurahan Banjarwangunan, dengan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2. Metodenya menggunakan deskriptif kuantitatif dan simulasi hidraulik berdasarkan data jaringan pipa, kebutuhan air, elevasi, dan pola penggunaan pelanggan. Parameter yang dianalisis meliputi tekanan, debit, kecepatan aliran, dan tingkat kehilangan air (Non-Revenue Water/NRW). Hasil simulasi memperkirakan jaringan terdiri dari 172 junction dengan total panjang pipa sekitar 9.988 meter. Tekanan air berkisar antara 12,19–20,05 meter dan sudah memenuhi standar teknis Permen PU No. 18/PRT/M/2007. Namun, kecepatan aliran maksimum 0,27 m/s masih di bawah standar minimum yang ditetapkan. Selain itu, tingkat kehilangan air sebesar 40,75% menunjukkan sistem distribusi belum berjalan efisien. Karena itu, perlu dilakukan evaluasi dan perbaikan jaringan untuk meningkatkan efisiensi distribusi serta kualitas pelayanan air bersih.

Kata Kunci: Distribusi Air Bersih; EPANET 2.2; Jaringan Perpipaan; Simulasi Hidraulik

Abstract

The clean water distribution network is a critical infrastructure for meeting the needs of the community. However, problems such as low water pressure, uneven distribution, and high water loss frequently occur in piping systems. This study aims to evaluate the performance of the clean water distribution network in the Lobunta Housing Complex, Banjarwangunan Village, using EPANET 2.2 software. The methodology employs quantitative descriptive analysis and hydraulic simulation based on pipeline network data, water demand, elevation, and customer usage patterns. The parameters analyzed include pressure, flow rate, flow velocity, and the level of water loss (Non-Revenue Water/NRW). The simulation results estimate that the network consists of 172 junctions with a total pipe length of approximately 9,988 meters. Water pressure ranges from 12.19 to 20.05 meters and meets the technical standards of Ministry of Public Works Regulation No. 18/PRT/M/2007. However, the maximum flow velocity of 0.27 m/s remains below the established minimum standard. Furthermore, the water loss rate of 40.75% indicates that the distribution system is not yet operating efficiently. Therefore, an evaluation and improvement of the network are necessary to enhance distribution efficiency and the quality of clean water service.

Keywords: Clean Water Distribution; EPANET 2.2; Piping Network; Hydraulic Simulation

PENDAHULUAN

Air yang layak konsumsi merupakan kebutuhan fundamental setiap individu, dengan ketersediaan yang tak hanya cukup jumlahnya namun juga terjaga kualitasnya (Elvania, 2025). Jaringan distribusi air bersih berperan sebagai jembatan yang mengalirkan air dari sumbernya menuju para pengguna lewat pipa-pipa yang tersebar. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) berposisi sebagai garda terdepan dalam menyediakan air bersih kepada masyarakat. PDAM bertanggung jawab mengelola, mendistribusikan,

serta memelihara jaringan pipa agar pelayanan dapat berlangsung optimal. Akan tetapi, dalam praktiknya, PDAM masih menghadapi berbagai kendala teknis, salah satunya adalah tingginya volume air yang hilang sepanjang sistem distribusi.

Salah satu masalah yang sering terjadi dalam jaringan distribusi air bersih adalah tekanan air yang turun di beberapa area layanan, serta penyebaran air yang tidak merata sepanjang pipa (Ngurah & Partama, 2026). Kondisi ini bisa membuat pelayanan distribusi air bersih menjadi kurang optimal.

Kehilangan air atau Non-Revenue Water (NRW) merupakan salah satu indikator penting dalam mengevaluasi efisiensi sistem distribusi air bersih (Pratama et al., 2018). NRW terjadi akibat perbedaan antara jumlah air yang diproduksi dengan jumlah air yang tercatat sebagai konsumsi pelanggan, yang dapat disebabkan oleh kebocoran jaringan maupun kehilangan nonfisik. Oleh karena itu, evaluasi dan pengendalian NRW diperlukan untuk meningkatkan kinerja pelayanan air bersih.

Perkembangan teknologi memungkinkan analisis jaringan distribusi air bersih dilakukan menggunakan perangkat lunak simulasi hidraulik. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan adalah EPANET 2.2. EPANET mampu mensimulasikan kondisi aliran, tekanan, serta debit pada jaringan perpipaan distribusi air bersih. Selain itu, EPANET 2.2 mampu merancang model jaringan pipa sehingga memudahkan proses penggambaran tanpa perlu dilakukan secara langsung di lapangan (Rossman et al., 2020).

Hasil yang diperoleh berupa tekanan, kecepatan, dan debit aliran. Setiap daerah memiliki kebutuhan air yang berbeda, baik di wilayah pedesaan maupun perkotaan. Pola hidup masyarakat perkotaan juga berbeda dari masyarakat pedesaan, sehingga standar kebutuhan air bisa disesuaikan berdasarkan wilayahnya. Oleh karena itu, beberapa hal menjadi acuan dalam menentukan standar kebutuhan air.

Dalam artikel ini, Perumahan Lobunta di Kelurahan Banjarwangan, Kecamatan Mundu, Cirebon menjadi objek penelitian mengenai air bersih yang digunakan oleh pelanggan PDAM. Penanganan masalah air bersih dilakukan dengan mengevaluasi distribusi air dengan memanfaatkan program EPANET 2.2.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kondisi hidraulik jaringan distribusi air bersih di Kelurahan Banjarwangan menggunakan EPANET 2.2. Analisis dilakukan untuk mengetahui kondisi tekanan, debit aliran, dan kehilangan energi pada jaringan perpipaan sehingga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi sistem distribusi air bersih.

Penelitian ini bertujuan:

1. Untuk menghitung besaran kebutuhan air bersih berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk terpilih.
2. Melakukan simulasi jaringan distribusi air bersih pada Perumahan Lobunta Kelurahan Banjarwangan Cirebon.
3. Mengevaluasi kinerja jaringan distribusi air bersih menggunakan EPANET 2.2.

Bipin Sahu dan Ajai Singh (2020) dalam penelitian *Design and Optimal Analysis Water*

System Distribution Networking System using EPANET memperoleh hasil bahwa tekanan maksimum jaringan mencapai 30,04 meter dan debit aliran pada seluruh pipa berada dalam kondisi memadai. Berdasarkan standar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007, tekanan tersebut masih berada dalam rentang standar pelayanan yaitu sekitar 10–80 meter, sehingga sistem distribusi dinyatakan telah memenuhi standar hidraulik (Sahu & Singh, 2020).

Alexander Sinske, Altus de Klerk, dan Adrian van Heerden (2022) melalui penelitian *Advanced Fire Flow Risk Analysis Using EPANET* menunjukkan bahwa metode Pressure Driven Analysis (PDA) mampu meningkatkan evaluasi tekanan dan aliran air pada kondisi kebakaran. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa sistem dapat meningkatkan keandalan distribusi air dan mempertahankan tekanan pelayanan. Jika dibandingkan dengan indikator IWA Tahun 2000 tentang keandalan sistem distribusi air, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi prinsip efisiensi dan keberlanjutan jaringan distribusi (Africa, 2022).

Jagrat Jaggi dan Hari Kaushik N (2019) dalam penelitian *Design and Analysis of a Smart Water Distribution Network System in Jaipur, Rajasthan* memperoleh hasil bahwa tekanan sisa pada seluruh node lebih dari 12 meter dan kecepatan aliran berada pada rentang 0,6–2,5 m/s. Berdasarkan standar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007, tekanan minimum distribusi air adalah sekitar 10 meter dan kecepatan aliran yang dianjurkan berkisar 0,3–2,0 m/s. Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan distribusi telah memenuhi standar teknis hidraulik (Jaggi, 2019).

Hailu Gisha, Abrham W/Mariam, dan Brook Abate (2016) dalam penelitian *Water Distribution Network Analysis of Bodditi Town by EPANET* menemukan bahwa beberapa node mengalami tekanan di bawah standar minimum dan terdapat kehilangan energi yang tinggi pada beberapa pipa. Jika dibandingkan dengan standar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 dan indikator IWA, kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem distribusi belum memenuhi standar karena masih terdapat tekanan rendah dan kehilangan energi yang tinggi (Gisha & Soddo, 2016).

Burhan Barida dan Serlina Nurnagini Septiani (2023) dalam penelitian *Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih di Desa Mantren, Kabupaten Magetan, dengan Software EPANET 2.0* menunjukkan bahwa tekanan sisa minimum sebesar 5,72 meter, kecepatan aliran maksimum sebesar

0,78 m/s, dan kehilangan tekanan maksimum sebesar 0,8 meter. Berdasarkan standar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007, tekanan minimum yang dianjurkan adalah sekitar 10 meter, sehingga tekanan minimum pada penelitian ini masih belum memenuhi standar, meskipun kecepatan aliran dan kehilangan energi masih berada dalam batas yang diperbolehkan (Barid & Nurnagini, 2023).

Wilhelmus Bunganaen, I Made Udiana, dan Maria Y. Moruk (2022) dalam penelitian *Analisis Jaringan Perpipaan Air Bersih Kecamatan Kota Atambua Kabupaten Belu* menyimpulkan bahwa hasil simulasi jaringan perpipaan air bersih telah berjalan dengan baik, meskipun masih ditemukan beberapa parameter hidraulik yang belum sesuai dengan standar perencanaan. Jika dibandingkan dengan standar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007, kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem distribusi belum sepenuhnya memenuhi standar teknis karena masih terdapat tekanan dan parameter aliran yang tidak sesuai (Bunganaen et al., 2022).

Muhammad Abdu, Aswad Asrasal, dan Muhammad Sayfullah (2022) dalam penelitian *Analysis of The Puncak Tumada Drinking Water Network System Using EPANET Software* menunjukkan bahwa tekanan minimum pada node sebesar 9,5 meter dan kecepatan aliran minimum berkisar 0,16–0,26 m/s. Berdasarkan standar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007, tekanan minimum yang disyaratkan adalah sekitar 10 meter dan kecepatan aliran minimum sekitar 0,3 m/s. Oleh karena itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem distribusi masih belum sepenuhnya memenuhi standar teknis hidraulik (Shell et al., 2022).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang dikombinasikan dengan analisis hidrolik berbasis EPANET 2.2 dalam mengevaluasi tekanan dan debit aliran jaringan distribusi air bersih. Menurut Fernandes (2018) dalam (Zulfikar, 2024), penelitian deskriptif adalah bentuk penelitian yang digunakan untuk menjelaskan berbagai fenomena yang ada, baik yang bersifat alami maupun yang terjadi akibat aktivitas manusia.

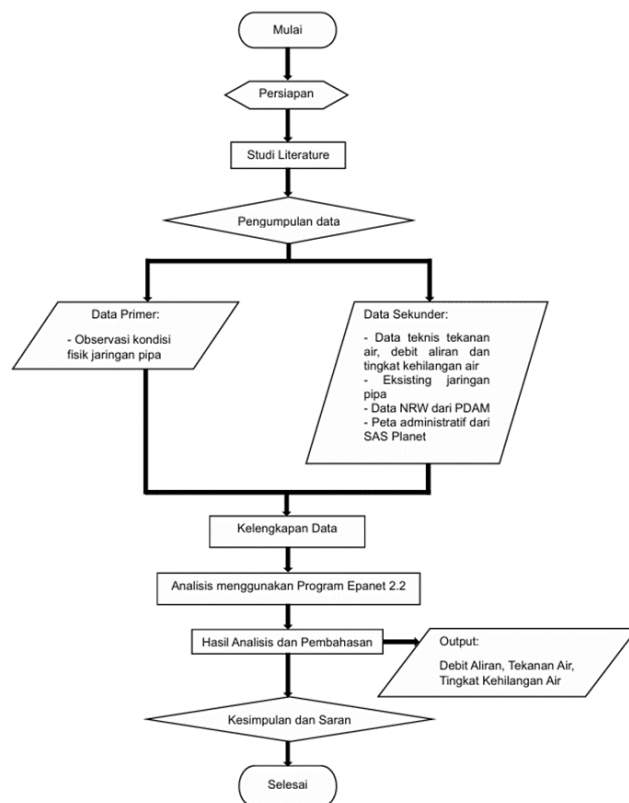
Penelitian ini berlokasi di Perumahan Lobunta Kelurahan Banjarwangan. Pengumpulan data lapangan yang dibantu oleh PDAM Tirta Giri Nata Cirebon menggunakan perangkat Softrel LS42 yang berfungsi sebagai data logger. Pipa ini menggunakan pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC). Total panjang pipa yaitu 9.988 m dan 172 *junction*.

Pengambilan data lapangan menggunakan logger dilakukan 24 jam, pada saat bulan Ramadhan.

Evaluasi jaringan perpipaan distribusi air bersih mengacu pada Permen PU. Parameter pengukuran yang digunakan diantaranya yaitu:

- 1) Tekanan;
- 2) Kecepatan Aliran;
- 3) Debit;
- 4) *Non-Revenue Water*.

Tahapan metode penelitian untuk dapat mensimulasikan jaringan distribusi air bersih, tahapannya terdiri dari persiapan, studi literatur, pengumpulan data, analisis menggunakan EPANET 2.2, dan kesimpulan.



Gambar 1 Diagram Alir Perencanaan

Pertama, dilakukan persiapan untuk menentukan lokasi penelitian. Selanjutnya, dilakukan studi pustaka untuk mengumpulkan dan mempelajari teori, konsep, serta hasil penelitian sebelumnya tentang simulasi jaringan pipa air bersih. Setelah itu, data dikumpulkan dengan merancang jalur pipa dan menentukan koordinat pelanggan menggunakan QGIS, melakukan survei lapangan, serta mengukur tekanan dan debit menggunakan alat logger. Data tekanan dan debit yang diperoleh kemudian diolah dengan Excel dan digunakan dalam EPANET 2.2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Proyeksi Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data eksisting Perumahan Lobunta pada periode 2022-2026 yang diperoleh sebagai dasar perhitungan proyeksi penduduk. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode aritmatika, geometrik dan eksponensial untuk memperkirakan jumlah penduduk. Perhitungan proyeksi penduduk umumnya dilakukan dengan menggunakan beberapa metode tertentu sesuai kebutuhan analisis, yaitu metode aritmatika, dan geometrik yang masing-masing memiliki karakteristik perhitungan berdasarkan pola pertumbuhan penduduk.

Tabel 1. Data Eksisting Jumlah Penduduk Perumahan Lobunta Tahun 2022-2026

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	(Jiwa)	r	Pn
2022	838	0	838
2023	832	0.144%	834
2024	819	0.317%	822
2025	816	0.076%	817
2026	816	0	817
Average		0.134%	

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan data eksisting tersebut, diperoleh nilai laju pertumbuhan penduduk untuk periode tahun 2022-2026 sebesar 0,134%, yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan proyeksi menggunakan 3 metode, yaitu metode aritmatik, metode geometrik, dan metode eksponensial. Adapun data yang digunakan dalam perhitungan proyeksi penduduk adalah sebagai berikut:

Angka pertumbuhan penduduk (r) : 0.134%

Tahun proyeksi (n) : 4 tahun

Jumlah penduduk pada tahun akhir (Pn) : 816

a. Metode Geometrik

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

$$P_n = P_{2026}(1 + 0.00134)^2$$

$$P_n = 816(1 + 0.00134)^2$$

$$P_n = 819 \text{ Jiwa}$$

b. Metode Aritmatika

$$P_n = P_0 + (r \cdot n)$$

$$P_n = P_{2026} + (0.00134x2)$$

$$P_n = 816 + (0.00134x2)$$

c. Metode Eksponensial

$$P_n = P_0 \times e^{0.00134 \times 2}$$

$$P_n = P_{2026} \times (2,7182818)^{0.00134 \times 2}$$

$$P_n = 816 \times (2,7182818)^{0.00134 \times 2}$$

$$P_n = 819 \text{ Jiwa}$$

Tabel 2. Hasil perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk tahun 2022-2026

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Metode Geometrik (Jiwa)	Metode Aritmatika (Jiwa)	Metode Eksponensial (Jiwa)
2022	838	840	838	840
2023	832	834	832	834
2024	819	821	819	821
2025	816	818	816	818
2026	816	818	816	818
Jumlah	4121	4132	4121	4132

Sumber: Hasil Perhitungan

Koefisien Korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara hasil perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatik, metode geometrik, dan metode eksponensial terhadap data jumlah penduduk eksisting. Koefisien korelasi digunakan sebagai parameter pemilihan metode proyeksi yang paling sesuai dengan pola pertumbuhan penduduk di Perumahan Lobunta. Rumus Koefisien Korelasi:

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

a. Metode Geometrik

$$= \frac{5(3406051) - (4121)(4132)}{\sqrt{(5(3396941) - (4121)^2)(5(3415185) - (4132)^2)}} = 1,000$$

b. Metode Aritmatika

$$= \frac{5(3396952) - (4121)(4121)}{\sqrt{(5(3396941) - (4121)^2)(5(3396963) - (4121)^2)}} = 1,000$$

c. Metode Eksponensial

$$= \frac{5(3406051) - (4121)(4132)}{\sqrt{(5(3396941) - (4121)^2)(5(3415185) - (4132)^2)}} = 1,000$$

Berdasarkan hasil uji korelasi terhadap tiga metode proyeksi penduduk, diperoleh nilai koefisien korelasi pada metode aritmatika, geometrik, dan eksponensial memperoleh nilai

koefisien korelasi sebesar 1,000. Nilai tersebut menunjukkan bahwa seluruh metode memiliki hubungan yang sangat kuat terhadap data penduduk eksisting. Oleh karena nilai korelasi ketiga metode menunjukkan hasil yang sama, pemilihan metode proyeksi dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik pertumbuhan penduduk. Berdasarkan kondisi pertumbuhan penduduk Perumahan Lobunta yang relatif stabil, metode aritmatika dipilih karena memiliki asumsi pertumbuhan konstan yang paling sesuai dengan kondisi wilayah penelitian.

Kondisi ini mengindikasikan bahwa kebutuhan air bersih juga cenderung konstan dan tidak mengalami peningkatan signifikan. Dengan demikian, sistem distribusi air tidak mengalami tekanan tambahan akibat pertumbuhan penduduk, melainkan lebih dipengaruhi oleh faktor lain seperti pola pemakaian air dan kondisi jaringan distribusi.

b. Kebutuhan Air pada Kondisi Eksisting

Kebutuhan air pada kondisi eksisting merupakan jumlah kebutuhan air bersih yang diperlukan oleh masyarakat berdasarkan kondisi pelayanan saat ini. Kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan tingkat konsumsi air per hari. Kebutuhan ini mencakup penggunaan air untuk aktivitas sehari-hari, seperti minum, memasak, mandi, dan mencuci. Sementara itu, kebutuhan air non domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan untuk kegiatan di luar rumah tangga, seperti sektor komersial, industri, dan pelayanan umum. Kebutuhan non domestik juga mencakup penggunaan air pada fasilitas institusi, seperti sekolah, fasilitas kesehatan, tempat ibadah, serta fasilitas umum lainnya (Sari, Anggi Nidya, et al, 2023).

Kebutuhan air bersih di Perumahan Lobunta saat ini sebagai berikut:

a. Jumlah Pelanggan

$$= SR \times \text{Jumlah Jiwa dalam KK}$$

$$= 816 \times 5$$

$$= 4.080 \text{ Jiwa}$$

b. Kebutuhan perorang

$$= \frac{\text{Kebutuhan per orang liter perhari}}{\text{detik perhari}}$$

$$= \frac{120}{86.400}$$

$$= 0,001388 \text{ l/det}$$

c. Kebutuhan Air Bersih

$$= \text{Jumlah Pelanggan} \times \text{Kebutuhan perorang} \left(\frac{1}{\text{det}} \right)$$

$$= 4.080 \times 0,001388$$

$$= 5,67 \text{ l/det}$$

d. Kebutuhan Air Non Domestik

$$= 20\% \times \text{Kebutuhan air bersih}$$

$$= 20\% \times 5,67$$

$$= 1,13 \text{ l/det}$$

e. Kebutuhan Air Bersih Total

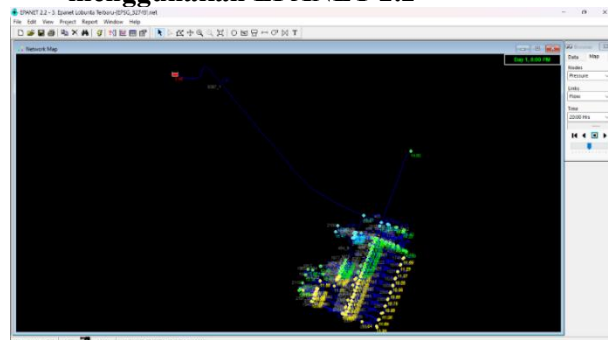
$$= Q_d + Q_{nd}$$

$$= 5,67 + 1,13$$

$$= 6,8 \text{ l/det}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh jumlah pelanggan sebesar 4.080 jiwa dengan total kebutuhan air bersih pada kondisi eksisting sebesar 7,08 l/det. Sementara itu, berdasarkan data pemakaian air pada bulan Februari 2026 yang diperoleh dari PDAM Tirta Giri Nata Kota Cirebon, kebutuhan air bersih pelanggan tercatat sebesar 6,8 l/det. Kondisi ini mengindikasikan adanya inefisiensi dalam sistem distribusi air bersih, seperti tingginya kehilangan air (Non-Revenue Water/NRW), adanya kebocoran pada jaringan perpipaan, serta sistem distribusi air yang belum berjalan secara optimal. Berdasarkan data DRD dari PDAM, tingkat NRW pada wilayah penelitian mencapai 40,75%, sehingga menunjukkan masih besarnya air yang hilang selama proses distribusi kepada pelanggan.

c. Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih menggunakan EPANET 2.2



Gambar 1. Hasil Simulasi menggunakan EPANET 2.2

Simulasi jaringan perpipaan distribusi air bersih eksisting di Perumahan Lobunta Kelurahan

Banjarwangunan dilakukan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2 dengan periode simulasi selama 24 jam. Waktu simulasi dimulai pada pukul 11.00 dan berakhir pada pukul 10.00 pada hari berikutnya saat bulan Ramadhan. Simulasi tersebut menggunakan data pola pemakaian air selama 24 jam yang diperoleh dari PDAM Tirta Giri Nata di Perumahan Lobunta, Kelurahan Banjarwangunan, Kota Cirebon.

Berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007, kecepatan aliran pada jaringan distribusi air bersih yang direkomendasikan berada pada rentang 0,3–2,0 m/s. Apabila kecepatan aliran berada di bawah 0,3 m/s, maka aliran air di dalam pipa tergolong terlalu rendah dan belum memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan. Hasil simulasi hidraulik menggunakan EPANET 2.2 menunjukkan bahwa nilai kecepatan aliran tertinggi pada jaringan hanya mencapai 0,27 m/s. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kondisi aliran pada seluruh jaringan distribusi masih berada di bawah standar minimum pelayanan. Keadaan ini menunjukkan bahwa kinerja sistem distribusi air bersih belum berjalan secara optimal. Rendahnya nilai kecepatan aliran diduga dipengaruhi oleh penggunaan diameter pipa yang relatif besar dibandingkan dengan debit air yang dialirkan pada jaringan distribusi.

Tabel 3. Flow Faktor Kebutuhan Air dalam 24 jam

No.	Jam	Flow Factor	No.	Jam	Flow Factor
1	11:00	0.98	13	23:00	1.06
2	12:00	0.95	14	00:00	1.01
3	13:00	0.98	15	01:00	0.95
4	14:00	0.95	16	02:00	0.95
5	15:00	0.92	17	03:00	0.98
6	16:00	0.92	18	04:00	1.06
7	17:00	0.86	19	05:00	1.09
8	18:00	0.89	20	06:00	1.12
9	19:00	0.89	21	07:00	1.09
10	20:00	0.95	22	08:00	1.09
11	21:00	1.09	23	09:00	1.06
12	22:00	1.12	24	10:00	1.03

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. Tekanan Terendah dan Tertinggi pada Jam Puncak pada EPANET 2.2

No.	Node ID	Pressure (m)
1	Junction 77	11.83
2	Junction 47	20.18

Sumber: Hasil Simulasi

Berdasarkan Tabel 4, tekanan terendah yang diperoleh sebesar 11,83 m, sedangkan tekanan tertinggi mencapai 20,18 m. Mengacu pada ketentuan teknis dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 yang menetapkan standar tekanan sebesar 10–25 m (Menteri & Umum, 2007), maka kondisi tekanan pada Perumahan Lobunta dapat dinyatakan telah memenuhi standar yang ditetapkan.

Tabel 5. Kecepatan Aliran Maksimum

No.	Link ID	Velocity (m/s)
1	Pipa 1	0.26
2	Pipa 3	0.22
3	Pipa 19	0.25
4	Pipa 20	0.25
5	Pipa 140	0.27

Sumber: Hasil Perhitungan

d. Kebutuhan air di Perumahan Lobunta

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah SR} &= 816 \text{ SR} \\
 \text{Jumlah Pelanggan} &= 816 \times 5 \\
 &= 4.080 \text{ Jiwa} \\
 \text{Jam Puncak} &= 10,83 \text{ liter/detik} \\
 \text{Kebutuhan air} &= 4.080 \times 120 \\
 &= 489.600 \text{ liter/hari} \\
 \text{Kebutuhan Air} &= 489.600 \\
 \text{Menjadi Debit} &= \frac{489.600}{5,67} \\
 &= 5,67 \text{ liter/detik (rata-rata)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah pelanggan PDAM sebesar 816 SR dikonversi menjadi jumlah penduduk terlayani sebesar 4.080 jiwa dengan asumsi 5 jiwa/SR. Kebutuhan air domestik dihitung menggunakan standar kebutuhan air sebesar 120 liter/jiwa/hari, sehingga diperoleh kebutuhan air sebesar 489.600 liter/hari atau setara dengan 5,67 liter/detik.

Meskipun rata-rata debit yang terukur pada kondisi lapangan adalah 9,67 liter per detik, jumlah ini secara umum masih memadai untuk memenuhi kebutuhan air bersih para pelanggan yang ditaksir mencapai 5,67 liter per detik. Akan tetapi, pada periode beban puncak, yaitu antara pukul 06.00 pagi dan 22.00 malam, permintaan air melonjak hingga 10,83 liter per detik, yang berimplikasi pada defisit debit sebesar 1,16 liter per detik. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas sistem distribusi saat ini belum sepenuhnya mampu memenuhi peningkatan kebutuhan air pada periode beban puncak, sehingga berpotensi menyebabkan penurunan tekanan dan ketidakmerataan distribusi air pada beberapa area pelayanan.

Kondisi tersebut menjadi semakin kompleks karena waktu pengamatan data dilakukan

bertepatan dengan periode bulan Ramadhan, di mana preferensi konsumsi air oleh populasi masyarakat menunjukkan indikasi perubahan signifikan dibandingkan dengan kondisi normal. Peningkatan permintaan air pada jam 06.00 pagi umumnya dapat diatribusikan pada aktivitas ritual pagi hari, mencakup kegiatan higienitas pribadi dan persiapan sebelum memulai aktivitas harian. Sebaliknya, lonjakan konsumsi air pada jam 22.00 malam berkorelasi dengan serangkaian aktivitas yang dilakukan pasca-iftar dan pelaksanaan ibadah malam.

Waktu sahur dan berbuka puasa tidak diidentifikasi sebagai periode puncak konsumsi air karena penggunaan sumber daya air pada kedua momen tersebut berlangsung secara terbatas dalam durasi waktu dan tidak dilakukan secara serentak oleh seluruh pengguna. Lebih lanjut, interval pencatatan data yang tidak lebar dimungkinkan dapat menyebabkan fluktuasi peningkatan konsumsi air pada periode tersebut tidak terefleksi secara substansial. Konsekuensinya, pola jam puncak yang berhasil diestimasi tetap mampu memberikan gambaran agregat mengenai pola umum pemanfaatan air rumah tangga oleh populasi.

e. Rekomendasi Perbaikan Jaringan

Berdasarkan analisis simulasi komputasional dengan aplikasi perangkat lunak EPANET 2.2, jaringan distribusi air bersih di kawasan Perumahan Lobunta secara kuantitatif telah mematuhi parameter tekanan yang ditetapkan dalam Permen PU No. 18/PRT/M/2007, dengan tingkat tekanan yang bervariasi antara 11,83 hingga 20,18 meter. Meski demikian, terdapat beberapa anomali yang teridentifikasi dalam infrastruktur jaringan distribusi, khususnya terkait dengan kecepatan aliran yang masih berada di bawah ambang batas minimum yang dipersyaratkan, serta fenomena defisiensi debit air selama periode permintaan puncak. Oleh karena itu, diperlukan beberapa upaya perbaikan jaringan agar sistem distribusi dapat bekerja lebih optimal.

Intervensi perbaikan awal yang dapat dipertimbangkan adalah melakukan kajian terhadap dimensi perpipaan di sejumlah segmen jaringan distribusi. Temuan dari simulasi mengindikasikan bahwa laju aliran maksimum hanya mencapai 0,27 m/s, bertentangan dengan kriteria laju aliran yang direkomendasikan, yaitu dalam rentang 0,3–2,0 m/s. Situasi ini mengindikasikan adanya ketidaksesuaian antara dimensi perpipaan yang terpasang dengan volume aliran air yang dialirkan, di mana diameter pipa terindikasi lebih besar dari kebutuhan aktual. Konsekuensinya, penyesuaian pada diameter pipa di segmen-segmen tertentu

menjadi esensial untuk meningkatkan laju aliran dan mengoptimalkan efektivitas distribusi air (Hafsari et al., 2021).

Selanjutnya, diperlukan optimalisasi alokasi debit aliran selama periode beban puncak penggunaan. Berdasarkan analisis yang mendalam, permintaan air pada jam puncak terpantau sebesar 10,83 L/detik, sementara kapasitas debit rata-rata yang tersedia hanya sebesar 9,67 L/detik. Ketidakseimbangan ini mengakibatkan defisit debit sebesar 1,16 L/detik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, PDAM dapat melakukan pengaturan pola distribusi air atau penambahan suplai debit pada waktu-waktu tertentu agar pelayanan air tetap stabil saat kebutuhan meningkat.

Tindakan korektif tambahan yang krusial adalah mengurangi tingkat kehilangan air (Non-Revenue Water/NRW). Analisis data mengindikasikan bahwa persentase kehilangan air mencapai 40,75%, sebuah nilai yang masih tergolong signifikan dan belum mematuhi standar optimal dalam penyediaan air bersih. Penurunan NRW dapat diimplementasikan melalui inspeksi rutin untuk mendeteksi kebocoran pipa, perbaikan pada koneksi pipa yang mengalami kerusakan, serta pemantauan terhadap pengambilan air secara tidak sah. Dengan berkurangnya tingkat kehilangan air, efektivitas dalam distribusi air bersih diharapkan akan mengalami peningkatan.

Di samping perbaikan infrastruktur, pemeliharaan preventif jaringan perpipaan secara teratur memegang peranan penting dalam mempertahankan efisiensi operasional sistem distribusi. Aktivitas pemeliharaan ini mencakup pemeriksaan tekanan air, pembersihan interior pipa, serta peninjauan kondisi jaringan secara periodik dengan memanfaatkan simulasi menggunakan EPANET 2.2. Prosedur ini esensial untuk mengidentifikasi dini potensi masalah pada jaringan sehingga penanggulangannya dapat segera dilaksanakan.

Dengan adanya rekomendasi perbaikan tersebut, diharapkan sistem distribusi air bersih di Perumahan Lobunta Kelurahan Banjarwangan dapat bekerja lebih optimal, efisien, serta mampu memenuhi kebutuhan air masyarakat secara merata dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis jaringan distribusi air bersih di Perumahan Lobunta Kelurahan Banjarwangan menggunakan EPANET 2.2, dapat disimpulkan bahwa hasil proyeksi jumlah penduduk menunjukkan pola pertumbuhan yang relatif stabil dengan nilai laju pertumbuhan sebesar 0,134%. Berdasarkan hasil uji korelasi terhadap

metode aritmatika, geometrik, dan eksponensial, metode aritmatika dipilih sebagai metode proyeksi yang paling sesuai karena memiliki asumsi pertumbuhan konstan yang sesuai dengan kondisi wilayah penelitian. Hasil proyeksi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam analisis kebutuhan air bersih, sehingga diperoleh kebutuhan air rata-rata sebesar 5,67 liter/detik.

Hasil simulasi jaringan distribusi air bersih menggunakan EPANET 2.2 menunjukkan bahwa kondisi hidraulik jaringan Perumahan Lobunta memiliki tekanan antara 12,19–20,05 meter. Nilai tekanan tersebut masih berada dalam rentang standar pelayanan berdasarkan Permen PU No. 18/PRT/M/2007, sehingga jaringan distribusi masih mampu memberikan pelayanan tekanan yang sesuai kepada pelanggan. Simulasi dilakukan dengan mempertimbangkan pola kebutuhan air selama 24 jam sehingga dapat menggambarkan perubahan kondisi jaringan berdasarkan variasi penggunaan air.

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja jaringan, masih ditemukan beberapa parameter yang perlu diperhatikan. Kecepatan aliran maksimum pada jaringan hanya mencapai 0,27 m/s sehingga belum memenuhi standar minimum yang direkomendasikan. Selain itu, pada kondisi beban puncak kebutuhan air meningkat hingga 10,83 liter/detik, sedangkan debit rata-rata yang tersedia sebesar 9,67 liter/detik, sehingga terjadi kekurangan debit sebesar 1,16 liter/detik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa jaringan distribusi air bersih di Perumahan Lobunta telah berjalan cukup baik pada kondisi rata-rata, tetapi masih memerlukan pengelolaan dan peningkatan kinerja agar mampu memenuhi kebutuhan air secara optimal pada periode pemakaian tinggi.

Kontribusi penelitian ini adalah memberikan gambaran mengenai kondisi kinerja jaringan distribusi air bersih di Perumahan Lobunta melalui pendekatan simulasi hidraulik menggunakan EPANET 2.2. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar evaluasi bagi pengelola sistem penyediaan air bersih dalam mengetahui kemampuan jaringan terhadap variasi kebutuhan air, terutama pada kondisi beban puncak.

REFERENSI

- Africa, S. (2022). "Advan ced fire fl ow risk an alysis is usi ng e panet". July, 18–22.
- Barid, B., & Nurnagini, S. (2023). "Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih di Desa Mantren , Kabupaten Magetan , dengan Software Epanet 2 ". 0. 3(2), 71–76.

- Bunganaen, W., Udiana, I. M., & Moruk, M. Y. (2022). "Analisis Jaringan Perpipaan Air Bersih Kecamatan Kota Atambua Kabupaten Belu Analysis of Clean Water Pipeline Network , Atambua City District Belu Regency". 2(2), 55–65.
- Elvania, N. C. (2025). B"uku Ajar PENGOLAHAN AIR BERSIH" (E. Damayanti (ed.)). Widina Media Utama.
- Gisha, H., & Soddo, W. (2016). "Water Distribution Network Analysis of Bodditi Town by". 6(10), 10–17.
- Hafsari, V., Haribowo, R., & Ismoyo, M. J. (2021). "Evaluasi Sistem Distribusi Air Bersih Zona Rumah Pompa Pradah Kota Surabaya". 1(2), 501–513.
- Jaggi, J. (2019). "Design and Analysis of a Smart Water Distribution Network System in Jaipur , Rajasthan". 8(09), 446–457.
- Menteri, P., & Umum, P. (2007). "Penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum".
- Ngurah, I. G., & Partama, E. (2026). "EVALUASI SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMDA AIR". 18(01).
- Pratama, D. T., Teknik, P., Universitas, S., Berekening, A. T., & Air, K. (2018). "ANALISIS NON REVENUE WATER (NRW) PADA JARINGAN PIPA AIR BERSIH PDAM KOTA BALIKPAPAN ANALYSIS OF NON REVENUE WATER (NRW) IN PDAM CLEAN WATER PIPE NETWORK BALIKPAPAN CITY". 1, 25–33.
- Rossmann, L. A., Woo, H., Tryby, M., Shang, F., Janke, R., & Haxton, T. (2020). "EPANET 2.2 Users Manual". EKAMITRA Engineering. https://aquanuity.com/wp-content/uploads/2024/04/EPANET_USERS_MANUAL_2.2.0.pdf
- Sahu, B., & Singh, A. (2020). "Optimal Design and Analysis of Water Distribution Networking System using EPANET WATER ENGINEERING AND". 16–25.
- Sari , Anggi Nidya. Pratama, M. Ade Surya. Suryan, V. (2023). "Jurnal Talenta Sipil Peramalan Kebutuhan Air : Analisis Debit Kebutuhan". 6, 76–84. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v6i1.197>
- Shell, S., Engineering, C., Abdu, M., Asrasal, A., & Sayfullah, M. (2022). "Analysis of The Puncak Tumada Drinking Water Network System Using Epanet Software". 7(1).
- Zulfikar, R. et al. (2024). "METODE PENELITIAN KUANTITATIF (Teori, Metode dan Praktik)" (E. Damanyanti (ed.)). Widina Media Utama. <https://repository.penerbitwidina.com/media/publications/567988-metode-penelitiankuantitatif-teori-meto-a0b0560e.pdf>