

Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih PAMSIMAS Desa Lubuk Tilan Kabupaten Siak Menggunakan EPANET 2.2

Lintang Putri Fakar¹, Joleha², Imam Suprayogi³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Riau, Kota Pekanbaru, Riau ^{1,2,3}

E-mail: lintang.putri5623@student.unri.ac.id

Abstrak

Distribusi air bersih di wilayah pedesaan masih menghadapi berbagai tantangan, sehingga diperlukan solusi yang efektif dan berkelanjutan. Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) merupakan salah satu upaya pemerintah untuk mengatasi permasalahan tersebut. Namun, sistem distribusi yang dibangun secara konvensional sering kali belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem distribusi air bersih menggunakan simulasi numerik dengan perangkat lunak EPANET 2.2, berdasarkan data kondisi eksisting dan spesifikasi teknis jaringan pipa, serta mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007. Evaluasi dilakukan terhadap parameter tekanan, kecepatan aliran, dan kehilangan tekanan (headloss) melalui tiga skenario: kondisi eksisting, perbaikan sistem, dan proyeksi kebutuhan tahun 2040 menggunakan metode pertumbuhan geometrik. Pada tahun 2024, kebutuhan air untuk 224 penduduk sebesar 0,257 liter/detik menunjukkan bahwa kecepatan aliran belum memenuhi standar, sehingga diperlukan upaya perbaikan berupa penggantian pompa dan penyesuaian diameter pipa. Proyeksi tahun 2040 memperkirakan jumlah penduduk meningkat menjadi 1.470 jiwa dengan tingkat pelayanan tetap sebesar 18,93%, sehingga kebutuhan air mencapai 0,319 liter/detik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penggantian pompa dari tipe 2 HP menjadi 3 HP, serta penyesuaian diameter pipa dari 40–50 mm menjadi 20–40 mm.

Kata kunci: EPANET 2.2, Kecepatan, Kehilangan Tekanan, PAMSIMAS, Simulasi, Tekanan.

Abstract

The distribution of clean water remains a challenge, especially in rural areas. To address this issue, the government has implemented the PAMSIMAS Program as an alternative solution for providing clean water. However, due to the conventional distribution system being less than optimal, further analysis is conducted through numerical simulations using the EPANET 2.2 software to identify problems and formulate improvement solutions. Existing condition data and technical specifications of the pipe network are used as input for the analysis, referring to the Minister of Public Works Regulation No. 18 of 2007 to evaluate pressure, velocity, and head loss at each node and pipe. Three simulations were conducted: the existing condition, system improvement simulation, and projection of clean water needs until 2040, using the geometric method to calculate population growth. In 2024, the water demand for 224 residents was recorded at 0.257 liters/second, indicating that the flow velocity did not meet the required standard. As a result, improvements such as pump replacement and pipe diameter adjustments were necessary. The 2040 projection estimates a population increase to 1,470 people with a constant service level of 18.93%, leading to a projected water demand of 0.319 liters/second. The simulation results indicate that replacing the 2 HP pump with a 3 HP unit, along with adjusting the pipe diameter from 40–50 mm to 20–40 mm.

Keywords: EPANET 2.2, Velocity, Headloss, PAMSIMAS, Simulation, Pressure.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar se-tiap individu dan berperan penting dalam menjaga kesehatan serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Di Indonesia, distribusi air bersih masih menjadi tantangan, terutama di wilayah pedesaan (Mukrim et al., 2023). Ketersediaan air dari suatu sumber perlu diketahui agar dapat dimanfaatkan secara optimal sesuai kebutuhan. Pengelolaan air yang baik dan efisien sangat penting untuk memastikan tidak ada air yang terbuang sebelum dimanfaatkan (Joleha et al., 2022). Untuk mengatasi hal ini, pemerintah menjalankan Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS), yang bertujuan meningkatkan akses masyarakat terhadap air minum yang layak dan sanitasi yang memadai (Erlinda et al., 2023).

Program ini dijalankan secara langsung oleh masyarakat, sehingga mampu meningkatkan keterlibatan aktif warga dalam mengelola sumber daya air, terutama di wilayah pedesaan yang terpencil (Moh dan Rodhi., 2024). Tujuan utama program ini adalah untuk membantu masyarakat berpenghasilan rendah agar dapat memenuhi standar layanan air minum dan sanitasi yang layak (Alkausar et al., 2021).

Salah satu daerah yang mendapatkan perhatian dalam program PAMSIMAS adalah Desa Lubuk Tilan, Kabupaten Siak. Meskipun berbagai upaya telah dilakukan untuk menyediakan air bersih, masih terdapat tantangan dalam sistem distribusi air. Permasalahan yang biasanya terjadi dalam sistem distribusi air bersih adalah ketidakseimbangan antara debit air konsumsi dan debit produksi. Masalah ini disebabkan oleh jaringan distribusi yang tidak beroperasi dengan baik, seperti tekanan air yang tidak stabil, kecepatan aliran yang rendah, serta kehilangan tekanan yang tinggi dalam sistem perpipaan (Fadilah., 2022).

Sistem jaringan distribusi air bersih terdiri dari beberapa komponen utama, seperti reservoir, jaringan pipa, pompa, dan perlengkapan lainnya (Rossman., 2000). Dalam praktiknya, sistem yang kompleks ini sering mengalami kendala dalam distribusi debit dan tekanan yang tidak memenuhi kriteria hidrolis yang seharusnya. Oleh karena itu, diperlukan metode yang efektif untuk mengevaluasi kinerja jaringan distribusi air guna mengoptimalkan sistem yang ada (Afdillah dan Nusantara., 2022).

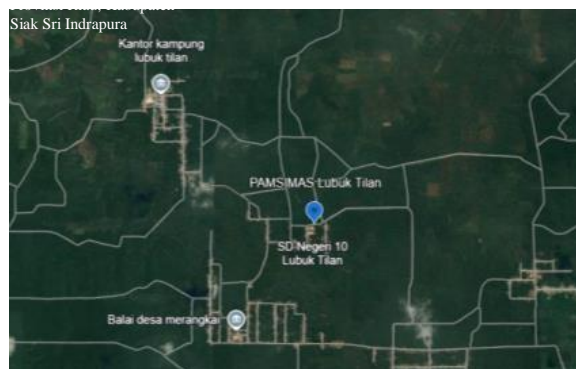
Pertambahan jumlah manusia akan menaikkan aktifitas eksploitasi sumber daya alam, sementara luas bumi dan kapasitas sumber dayanya tidak bertambah (Joleha et al., 2022). Dalam hal ini, tidak hanya dilakukan evaluasi terhadap kinerja jaringan distribusi air bersih yang ada saat ini, tetapi juga dilakukan proyeksi model jaringan perpipaan hingga tahun 2040, laju pertumbuhan penduduk sangat berpengaruh dalam perencanaan air bersih (Yadi et al., 2022). Semakin banyak penduduk semakin besar pula pemanfaatan air yg diperlukan bertujuan untuk memastikan bahwa sistem perpipaan yang dirancang mampu mengakomodasi perkembangan jumlah penduduk dan peningkatan kebutuhan air di masa mendatang, sehingga distribusi air bersih dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk analisis sistem distribusi air bersih adalah dengan perangkat lunak EPANET 2.2. Perangkat lunak ini dapat mensimulasikan kondisi hidrolis serta kondisi air yang mengalir di dalam jaringan pipa (Diyanti dan Supomo., 2021). Analisis dilakukan dengan mengevaluasi berbagai parameter, seperti tekanan air di setiap titik, kecepatan aliran dalam pipa, serta kehilangan energi dalam sistem perpipaan. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007, pressure minimum pada titik jangkauan pelayanan terjauh sebesar 10 m, velocity 0,3- 3,0 m/detik dan unit headloss maksimal 10 m/km (Kementrian PUPR, 2007).

EPANET juga dirancang sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Misalnya untuk merancang, mengkalibrasi model hidrolik, analisis residu klorin, dan analisis pelanggan (Rachman et al., 2020). EPANET 2.2 dapat membantu dalam menetapkan strategi untuk mewujudkan kualitas air da-lam suatu system dan dapat digunakan untuk melakukan simulasi berbagai skenario perbaikan (Tiwery et al., 2024).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di di wilayah Kabupaten Siak, tepatnya di Desa Lubuk Tilan, Kecamatan Dayun yang merupakan salah satu penerima program PAMSIMAS tahun 2024 dan dikelola oleh KPSAM Desa Lubuk Tilan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk menganalisis kondisi jaringan distribusi air bersih di Desa Lubuk Tilan serta melakukan proyeksi perbaikan dan pengembangan sistem hingga tahun 2040.

Adapun data yang dikumpulkan meliputi:

1. Pengumpulan Data

Beberapa data dan informasi penunjang yang diperlukan guna mendukung analisis dan evaluasi sistem distribusi air bersih di Desa Lubuk Tilan. Data yang dibutuhkan meliputi parameter pelanggan PAMSIMAS Desa Lubuk Tilan serta jumlah pelanggan yang dilayani, data panjang pipa distribusi dan informasi lengkap mengenai jaringan perpipaan eksisting, termasuk diameter, panjang, serta material pipa yang digunakan. Peta jaringan distribusi air bersih eksisting juga dibutuhkan untuk memvisualisasikan sistem yang sedang berjalan. Data elevasi dari masing-masing node digunakan untuk mengetahui perbedaan ketinggian yang dapat memengaruhi tekanan dan aliran air dalam jaringan. Informasi mengenai jumlah penduduk Desa Lubuk Tilan juga menjadi komponen untuk memproyeksi kebutuhan air dan jumlah penduduk pada tahun 2040.

2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan melalui pemodelan jaringan distribusi air bersih eksisting menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2, dengan pengaturan flow unit dalam satuan liter per detik (Lps) dan penggunaan rumus kehilangan energi (headloss formula) HazenWilliams. Nilai Koefisien Hazen Williams dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Koefisien Hazen Williams

Jenis Pipa	Faktor C
<i>Asbestos cement</i>	140
<i>Brass</i>	140
<i>Brick sewer</i>	100
<i>Cast iron:</i>	
<i>10 years old</i>	110
<i>20 years old</i>	90
<i>Ductile iron (cement lined)</i>	140
<i>Concrete or concrete lined:</i>	
<i>Smooth, steel forms</i>	140
<i>Wooden forms</i>	120
<i>Rough</i>	110
<i>Copper</i>	140
<i>Fire hose (rubber lined)</i>	135
<i>Galvanized iron</i>	120
<i>Glass</i>	140
<i>Lead</i>	130
<i>Masonry conduit</i>	130
<i>Plastic</i>	150
<i>PVC</i>	150
<i>Steel:</i>	
<i>Coal-tar enamel lined</i>	150
<i>Riveted</i>	110
<i>Tin</i>	130
<i>Wood stave</i>	120

Pemodelan difokuskan pada beberapa parameter utama, yaitu debit air pada setiap titik distribusi, tekanan air (pressure) di seluruh jaringan, kehilangan energi (headloss) dalam sistem perpipaan, serta kecepatan aliran dalam pipa. Hasil simulasi menjadi dasar dalam mengevaluasi kinerja sistem distribusi air bersih dan menentukan sistem yang ada telah memenuhi ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007. Ketentuan peraturan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan Peraturan

Aspek	Ketentuan	Keterangan
Kecepatan Aliran	0,3 – 3 m/detik	Kecepatan aliran dalam pipa
Tekanan Minimum	≥ 10 m	Tekanan di titik pelayanan terjauh
Tekanan Maksimum	≤ 80 m	Batas atas tekanan sistem untuk mencegah kerusakan
Headloss Maksimum	<10 m/km	Kerugian tekanan maksimum per kilometer pipa

3. Analisis Data

Simulasi jaringan distribusi eksisting dianalisis Jaringan pipa terdiri dari beberapa komponen yaitu; pipa, node (titik koneksi pipa), pompa, katub dan tangki air atau reservoir. Input data yang dibutuhkan antara lain:

- 1) Peta jaringan
- 2) Node/titik dari komponen distribusi
- 3) Elevasi muka tanah
- 4) Panjang pipa
- 5) Diameter pipa
- 6) Jenis pipa
- 7) Spesifikasi pompa

Hasil output yang dihasilkan diantaranya adalah:

- 1) Hidrolik head, pressure dan demand dari setiap nodes.
- 2) Velocity dan unit headloss dari setiap links.

Analisis difokuskan pada parameter-parameter utama seperti tekanan air, kehilangan energi (headloss), dan kecepatan aliran. Evaluasi bertujuan untuk mengetahui sistem distribusi air bersih telah memenuhi standar hidrolis atau masih menghadapi kendala teknis. Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan perencanaan perbaikan dan pengembangan sistem jaringan distribusi. Skenario perbaikan dirancang untuk mengatasi berbagai permasalahan yang ditemukan pada simulasi eksisting, dengan mempertimbangkan efisiensi teknis dan keberlanjutan sistem.

Simulasi ulang dilakukan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2 guna menguji efektivitas dari skenario perbaikan yang telah dirancang dan melakukan proyeksi kebutuhan air bersih hingga tahun 2040 menggunakan Metode Geometri. Proyeksi penduduk dengan metode geometri menggunakan asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara geometri dengan menggunakan dasar perhitungan majemuk. Laju pertumbuhan penduduk (rate of growth) dianggap sama untuk setiap tahun. Formula yang digunakan pada metode geometri ini adalah:

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

$$r = \left[\left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] \times 100\% \quad (2)$$

dengan,

- P_n : Jumlah penduduk pada proyeksi tahun n
 P_0 : Jumlah penduduk pada awal tahun data
 P_t : Jumlah penduduk pada akhir tahun data
 r : Laju pertumbuhan penduduk (%)
 t : Selang waktu tahun data
 n : Jumlah tahun proyeksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data Penduduk Pamsimas

Data jumlah penduduk Desa Lubuk Tilan selama tiga tahun terakhir.

Tabel 3. Data Penduduk Desa Lubuk Tilan

Tahun	Laki - Laki	Perempuan	Jumlah Penduduk
2022	611	547	1158
2023	604	563	1167
2024	606	577	1183

Implementasi program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) menjangkau 224 jiwa melalui 62 Unit Sambungan Rumah (SR) dari 1183 jiwa pada tahun 2024.

b. Pemakaian Air Pelanggan

Berikut adalah perhitungan kebutuhan air eksisting di Desa Lubuk Tilan Kabupaten Siak berdasarkan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007)

1. Jumlah pelanggan tahun 2024 = 224
2. Jumlah sambungan rumah = 62
3. Kebutuhan air domestik (Qd) tahun 2024
 $Q_d = \text{jumlah pelanggan} \times \text{kebutuhan air}$
 $= 224 \times 86,11 \text{ liter/hari}$ (Bersadarkan data pelanggan bulan Desember)
 $= 19288,7 \text{ liter/hari}$
4. Kehilangan air (Qr)
 $Q_r = Q_d \times \text{kehilangan air (dipakai 15\%)}$
 $= 19288,7 \text{ liter/hari} \times 15\%$
 $= 2893 \text{ liter}$
5. Total pemakaian air
 $Q = Q_d + Q_r$
 $= 19288,7 + 2893$
 $= 22181,7 \text{ liter/hari}$
 $= 0,257 \text{ liter/detik}$

c. Analisis Menggunakan Epanet 2.2

Pipa distribusi menggunakan pipa PVC berdiameter 50 mm atau 2 inchi dan 40 mm atau 1,5 inchi dengan panjang pipa keseluruhan 1657 meter. Perhitungan tekanan dijalur pipa distribusi dengan menggunakan software epanet 2.2 dengan menghitung kebutuhan tiap node atau base demand tiap node untuk dimasukan pada node dari seluruh kebutuhan pemsimas Desa Lubuk Tilan. Sumber air berasal dari air tanah yang dibor, dengan debit sekitar 1,5L/detik, menggunakan reservoir sebagai penampungan, dan jarak antar sambungan rumah pada kisaran 400-600 meter.

Base Demand = Total Pemakaian Air Pelanggan

Base Demand = Total Pemakaian Air Pelanggan/ Jumlah Node
 $= 0,257 \text{ liter/detik} / 15 \text{ node}$
 $= 0,0171 \text{ liter/detik}$

Peta jaringan pada pipa distribusi air PAMSIMAS Desa Lubuk pipa yang digunakan yaitu Pipa PVC (Polyvinyl Chloride). Data koordinat dan elevasi tiap titik dari reservoir sampai titik N15. Peta jaringan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Jaringan

Analisis yang dilakukan pada jalur pipa yang melayani wilayah di Desa Lubuk Tilan Kabupaten Siak berdasarkan hasil pengukuran disajikan pada Tabel 4. dan Tabel 5.

Tabel 4. Nilai Pressure Eksisting

Node ID	Pressure M	Kontrol (10-80) m
N1	31,79	YA
N2	30,33	YA
N3	31,76	YA
N4	31,31	YA
N5	30,46	YA
N6	30,05	YA
N7	29,99	YA
N8	29,2	YA
N9	32,73	YA
N10	33,36	YA
N11	29,09	YA
N12	28,71	YA
N13	28,6	YA
N14	28,5	YA
N15	29,45	YA
N16	35,26	YA
N17	37,21	YA
N18	37,11	YA

Tabel 5. Nilai Velocity dan Headloss Eksisting

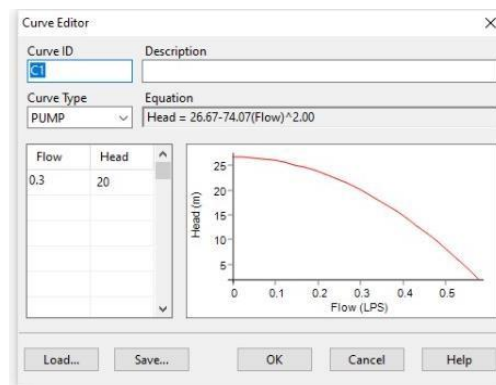
Link ID	Velocity m/s	Kontrol (0,3-3) m/s	Headloss m/km	Kontrol (<10) m/km
Pipe 1	0,13	TIDAK	8,68	TIDAK
Pipe 2	0,12	TIDAK	7,64	TIDAK
Pipe 3	0,18	TIDAK	6,66	TIDAK
Pipe 4	0,1	TIDAK	5,74	TIDAK
Pipe 5	0,15	TIDAK	4,89	TIDAK
Pipe 6	0,01	TIDAK	0,41	TIDAK
Pipe 7	0,09	TIDAK	9,95	TIDAK

Pipe 8	0,12	TIDAK	8,19	TIDAK
Pipe 9	0,11	TIDAK	2,71	TIDAK
Pipe 10	0,05	TIDAK	5,41	TIDAK
Pipe 11	0,04	TIDAK	3,17	TIDAK
Pipe 12	0,03	TIDAK	1,5	TIDAK
Pipe 13	0,03	TIDAK	1,5	TIDAK
Pipe 14	0,01	TIDAK	1,68	TIDAK
Pipe 15	0,04	TIDAK	3,17	TIDAK
Pipe 16	0,03	TIDAK	1,5	TIDAK
Pipe 17	0,01	TIDAK	1,68	TIDAK

Dengan tidak memenuhinya kondisi eksisting maka dievaluasi diameter pipa dan jenis pompa yang digunakan, Evaluasi perubahan dari jaringan eksisting dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Evaluasi Jaringan Eksisting

Kondisi	Jaringan Eksisting	Perbaikan
Pompa	Pompa Summersible 2 Hp 1 Phase - 220 Volt H Opt-70	Pompa Submersible 3 HP 1 Phase – 220 Volt H DFS2/48
Diameter	Diameter Pipa 40-50 mm	Diameter Pipa 2040 mm



Gambar 2. Curva Pompa Evaluasi

Tabel 7. Nilai Pressure Evaluasi

Node ID	Pressure M	Kontrol (10-80) m
N1	31,79	YA
N2	30,33	YA
N3	31,76	YA
N4	31,31	YA
N5	30,46	YA
N6	30,05	YA

N7	29,99	YA
N8	29,2	YA
N9	32,73	YA
N10	33,36	YA
N11	29,09	YA
N12	28,71	YA
N13	28,6	YA
N14	28,5	YA
N15	29,45	YA
N16	35,26	YA
N17	37,21	YA
N18	37,11	YA

Tabel 8. Nilai Velocity dan Headloss Evaluasi

Link ID	Velocity	Kontrol	Headloss	Kontrol
	m/s	(0,3-3) m/s	m/km	(<10) m/km
Pipe 1	0,36	YA	5,83	YA
Pipe 2	0,34	YA	5,81	YA
Pipe 3	0,31	YA	4,47	YA
Pipe 4	0,36	YA	6,44	YA
Pipe 5	0,33	YA	6,48	YA
Pipe 6	0,34	YA	1,13	YA
Pipe 7	0,35	YA	6,68	YA
Pipe 8	0,31	YA	5,5	YA
Pipe 9	0,44	YA	1,82	YA
Pipe 10	0,39	YA	3,63	YA
Pipe 11	0,65	YA	2,13	YA
Pipe 12	0,44	YA	1,01	YA
Pipe 13	0,44	YA	1,01	YA
Pipe 14	0,34	YA	1,13	YA
Pipe 15	0,65	YA	2,13	YA
Pipe 16	0,44	YA	1,01	YA
Pipe 17	0,34	YA	1,13	YA

d. Perhitungan Proyeksi Penduduk Tahun 2040

Perhitungan proyeksi pertumbuhan jumlah pelanggan sampai tahun 2040 sesuai dengan rtrw kabupaten siak. Perhitungan yang digunakan menggunakan Metode Geometrik, dengan Langkah langkah yang diperlukan untuk menghitung proyeksi ini adalah sebagai berikut:

1. Laju Pertumbuhan Penduduk

Diketahui:

Jumlah Penduduk Tahun 2023 = 1167 Jiwa

Jumlah Penduduk Tahun 2024 = 1183 Jiwa

Jangka Waktu (n) = 1

Maka, laju pertumbuhan penduduk (r) dapat dihitung dengan menggunakan rumus pertumbuhan geometri sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (1), yaitu:

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

$$1183 = 1167(1 + r)^1$$

$$r = 0.0137104$$

2. Proyeksi Penduduk Tahun 2040

Proyeksi jumlah penduduk Desa Lubuk Tilan tahun 2040 dengan menggunakan rumus metode Geometri yang ditunjukkan pada Persamaan (1) adalah sebagai berikut ini: $P_0 = 1183$ Jiwa (tahun 2024) $r = 0.0137104$ (n) = 16 tahun Penyelesaian:

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

$$P_n = 1183(1 + 0.0137104)^{16}$$

$$P_n = 1470 \text{ Jiwa}$$

3. Jumlah Pelanggan Tahun 2040

$$\text{Presentasi} = \frac{\text{Jumlah Penerima Pamsimas}}{\text{Total Penduduk Tahun 2024}} \times 100\%$$

$$= \frac{224}{1183} \times 100\%$$

$$= 18,93 \%$$

Jumlah pelanggan tahun 2040

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pelanggan} &= 1470 \times \frac{18,93}{100} \\ &= 278 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

4. Proyeksi Kebutuhan Air Tahun 2040

Berikut adalah perhitungan kebutuhan air proyeksi di Desa Lubuk Tilan Kabupaten Siak

a) Jumlah pelanggan tahun 2040 = 278

b) Kebutuhan air domestik (Q_d) tahun 2040

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{jumlah pelanggan} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 278 \times 86,11 \text{ liter/hari} \\ &= 23938,5 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

c) Kehilangan air (Q_r)

$$\begin{aligned} Q_r &= Q_d \times \text{kehilangan air (dipakai 15\%)} \\ &= 23938,5 \text{ liter/hari} \times 15\% \\ &= 3590 \text{ liter} \end{aligned}$$

d) Total pemakaian air

$$\begin{aligned} Q &= Q_d + Q_r \\ &= 23938,5 + 3590 \\ &= 27528,5 \text{ liter/hari} \\ &= 0,319 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

e) Base Demand

$$\begin{aligned} Q/\text{Node} &= 0,319/15 \\ &= 0,212 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Analisis yang dilakukan pada simulasi proyeksi yang melayani wilayah di Desa Lubuk Tilan Kabupaten Siak berdasarkan hasil pengukuran disajikan pada Tabel 9. dan Tabel 10.

Tabel 9. Nilai Pressure Proyeksi

Node ID	Pressure M	Kontrol (10-80) m
N1	29,18	YA
N2	27,4	YA
N3	28,63	YA
N4	27,97	YA
N5	22,51	YA
N6	19,87	YA
N7	19,85	YA
N8	18	YA
N9	21,9	YA
N10	22,36	YA
N11	17,95	YA
N12	17,38	YA
N13	17,23	YA
N14	17,08	YA
N15	17,99	YA
N16	24,2	YA
N17	26,12	YA
N18	25,67	YA

Tabel 10. Nilai Velocity dan Headloss Proyeksi

Link ID	Velocity m/s	Kontrol (0,3-3) m/s	Headloss m/km	Kontrol (<10) m/km
Pipe 1	0,45	YA	6,34	YA
Pipe 2	0,42	YA	5,58	YA
Pipe 3	0,39	YA	4,86	YA
Pipe 4	0,36	YA	8,03	YA
Pipe 5	0,33	YA	6,84	YA
Pipe 6	0,07	TIDAK	1,68	YA
Pipe 7	0,43	YA	9,95	YA
Pipe 8	0,39	YA	8,19	YA
Pipe 9	0,24	TIDAK	6,58	YA
Pipe 10	0,27	TIDAK	9,3	YA
Pipe 11	0,2	TIDAK	5,3	YA
Pipe 12	0,13	TIDAK	2,5	YA
Pipe 13	0,13	TIDAK	2,5	YA
Pipe 14	0,12	TIDAK	1,68	YA
Pipe 15	0,2	TIDAK	5,3	YA
Pipe 16	0,13	TIDAK	2,5	YA
Pipe 17	0,12	TIDAK	1,68	YA

4. KESIMPULAN

Hasil simulasi dari evaluasi kondisi jaringan distribusi air eksisting menggunakan Epanet 2.2 menunjukkan sistem distribusi belum beroperasi secara sepenuhnya optimal. Disebabkan oleh nilai kecepatan aliran (velocity) dalam pipa distribusi yang belum sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007, di mana kecepatan air dalam pipa disyaratkan berada dalam rentang 0,3 m/detik hingga 3 m/detik. Ketidaksesuaian kecepatan ini disebabkan oleh elevasi lokasi yang terlalu rendah serta penggunaan pipa dengan diameter yang relatif besar.

Nilai headloss secara umum telah memenuhi kriteria desain, yaitu tidak melebihi 10 meter hanya saja, beberapa nilai headloss yang mendekati batas tersebut menunjukkan bahwa sistem bekerja mendekati kapasitas optimalnya. Dengan demikian, sistem distribusi air eksisting dapat ditingkatkan kinerjanya apabila dilakukan perbaikan, melalui penggantian pompa dan penyesuaian diameter pipa.

Berdasarkan metode proyeksi geometrik, jumlah penduduk diperkirakan mencapai 1.470 jiwa. Pada kondisi eksisting, tingkat pelayanan sistem penyediaan air minum melalui program Pamsimas hanya mencakup 18,93% dari total populasi. Dengan asumsi tingkat pelayanan yang sama, kebutuhan air pada tahun 2040 di proyeksikan sebesar 0,319 liter/detik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario perbaikan sistem dengan penggantian pompa menjadi pompa HDFS2/48 karena memiliki daya yang lebih tinggi (3 HP) dengan kemampuan mengalirkan air pada tekanan yang lebih besar, sehingga mampu mengatasi tantangan tekanan rendah dan headloss yang tinggi dalam jaringan eksisting. Selain penggantian pompa, dilakukan pula perubahan pada diameter pipa, dari semula 40–50 mm menjadi 20–40 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- A. F. Yadi, I. Suprayogi, M. Fauzi, dan Bocharid, (2022), "Analisa Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Pekanbaru Tahun 2038," *SAINSTEK e-Journal STT Pekanbaru*, vol. 10, no. 2, pp. 131–137, Des.
- C. J. Tiwery and M. A. Tiwery, (2024), "Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih Menggunakan Program Epanet 2.2 (Studi Kasus: Desa Waesamu, Kecamatan Kairatu Barat, Kabupaten Seram Bagian Barat)," *Jurnal Manumata*, vol. 10, no. 2, pp. 121–130.
- Diyanti dan F. Y. Supomo, (2021), "Model Jaringan Distribusi Air Bersih di Kelurahan Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok Menggunakan Software EPANET 2.0," *Jurnal Infrastruktur*, vol. 7, no. 2, pp. 121–129.
- F. L. Alkautsar, K. P. Utomo, dan U. Kadaria, (2021) "Sistem Pengelolaan Pada Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (Pamsimas) di Kabupaten Sambas," *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10.
- Joleha, B. Bochari, A. Malik, Suprasman, Elianora, dan S. Audah, (2022) "Penyajian Data Teknis Sumur Resapan Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Upaya Mendukung Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Air yang Berkelanjutan," *Jurnal Senpling Multidisiplin Indonesia (JSMI)*, vol. 2, no. 2, pp. 56–61.
- Joleha, I. Suprayogi, B. Bochari, dan V. S. Limbong, (2022), "Analisa ketersediaan air DAS Siak untuk kebutuhan air PDAM Tirta Siak Pekanbaru," *Jurnal Zona: Jurnal Lingkungan*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, Apr.
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2007), *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*, Jakarta.

- L. A. Rossman, (2000), *EPANET 2: User's Manual* (Versi Bhs Indonesia, diterjemahkan oleh EKAMITRA Engineering), United States Environmental Protection Agency.
- M. I. Mukrim, M. T. Simarmata, D. Soputra, A. Fauzia, E. Mohamad, J. S. Tangio, A. Azis, F. R. Rustan, H. S. Sidiq, A. Nugroho, I. Rois, dan P. Siagian, (2023), *Teknik Penyediaan Air Minum (PAM)*, pp. 1–30, Sep.
- N. Fadilah, (2022), *Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih (Studi Kasus PAMSIMAS Desa Girikulon Kecamatan Secang Kabupaten Magelang)*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang.
- R. Afdillah dan D. A. D. Nusantara, (2022), "Evaluasi jaringan perpipaan distribusi air bersih Dusun Jaten Desa Selotapak Kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto menggunakan EPANET 2.0," *Spektrum Sipil*, vol. 18, no. 1, pp. 1–10.
- R. M. Rachman, T. Sundi, dan A. S. Sukarman, (2020), "Analisis kebutuhan jaringan distribusi air bersih di Desa Laroonaha menggunakan software EPANET 2.0," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 49–60.
- R. Saily dan A. Hamidi, (2020), "Evaluasi Distribusi Air Baku pada Waduk Wonosari di Kabupaten Bengkalis," *CESD (Civil Engineering and Sustainable Development)*, vol. 3, no. 1, pp. 23–29, Jul.
- S. Moh. dan N. N. Rodhi, (2024), "Edukasi Masyarakat Peduli Air Bersih Dalam Upaya Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Tentang Air Bersih Desa Pejok," *Jurnal Abdimas Mandiri*, vol. 8, no. 3, pp. 416–42.
- T. Erlinda, Fatmawati, Tati, dan I. Kristian, (2023), "Analisis Program PAMSIMAS (Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat) Berbasis Sustainable Development Goals di Desa Mekarwangi," *Jurnal Identitas Administrasi Publik Universitas Muhammadiyah Bandung*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, Agustus.