

PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA LUBUK MUKTI KECAMATAN PENARIK KABUPATEN MUKOMUKO MENGGUNAKAN SOFTWARE EPANET 2.2

Taufiq¹, Eko Noerhayati², Anita Rahmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: 22101051114@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: anita.rahmawati@unisma.ac.id

ABSTRACT

The rapid population growth in Lubuk Mukti Village, Mukomuko Regency, has not been accompanied by adequate clean water infrastructure. Most residents still rely on individual water sources with unverified quality and quantity. The aim of this study is to design an optimal clean water distribution system to meet domestic needs until 2035. The research methodology uses demographic data from the past five years to project future water demand. Three growth models were tested (Arithmetic, Geometric, Exponential), with the Exponential method selected as the most accurate ($r = 0.8604$). This model predicts a population of 3,165 people in 2035. Based on this projection, total water demand was calculated according to the standard liters per person per day, including distribution losses. Hydraulic simulations were conducted using EPANET 2.2 with groundwater wells as the source. Parameters analyzed included peak-hour demand fluctuations, pipe diameters, and junction elevations. The results show that a system with four wells providing a total discharge of 8 L/s, combined with a pipeline network of 50 mm (primary), 35 mm (secondary), and 20 mm (tertiary) diameters, can adequately meet community needs. Pressure and flow velocity remain within technical standards, even under maximum consumption conditions. This study recommends an optimal pipeline network design as a sustainable solution for clean water supply in Lubuk Mukti Village. Implementation of the design is expected to improve residents' quality of life while strengthening the resilience of village infrastructure.

Keywords: *Clean Water, Distribution System, EPANET 2.2, Population Projection, Lubuk Mukti Village*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan dasar yang paling esensial untuk kehidupan bagi manusia, baik untuk keperluan konsumsi, sanitasi, maupun aktivitas ekonomi terutama air bersih. Air bersih (clean water) didefinisikan sebagai sumber air yang memenuhi standar kelayakan secara komprehensif, yang meliputi persyaratan kualitas fisik, kimia, biologis, dan radiologis[1]. Dalam konteks perencanaan infrastruktur, definisi operasional ini harus ditranslasikan menjadi parameter teknis yang terukur.

Seiring dengan laju pertumbuhan

penduduk yang terus meningkat, tuntutan akan ketersediaan air bersih yang memenuhi syarat kualitas, kuantitas, dan kontinuitas juga semakin besar[2]. Namun, distribusi air bersih yang merata masih menjadi permasalahan kompleks, terutama di wilayah yang memiliki pola pemukiman tersebar seperti di Desa Lubuk Mukti, Kecamatan Penarik, Kabupaten Mukomuko.

Kondisi eksisting di Desa Lubuk Mukti menunjukkan bahwa sistem distribusi air yang terintegrasi belum tersedia secara menyeluruh. Sebagian besar warga masih mengandalkan sumur gali atau sumur bor pribadi yang sangat rentan terhadap perubahan musim dan risiko

kontaminasi lingkungan[3]. Tanpa adanya perencanaan sistem perpipaan yang baik, pemenuhan kebutuhan air di masa depan akan sulit tercapai, mengingat proyeksi beban konsumsi air bersih diproyeksikan terus naik secara eksponensial mengikuti jumlah penduduk[4]. Oleh karena itu, diperlukan sebuah analisis teknis untuk merancang jaringan distribusi yang mampu menjangkau seluruh area pelayanan secara efektif.

Dalam merencanakan sistem distribusi yang efisien, penggunaan teknologi pemodelan hidrolika menjadi sangat penting untuk meminimalisir kesalahan desain di lapangan[5]. Perangkat lunak EPANET 2.2 digunakan dalam penelitian ini untuk mensimulasikan perilaku hidrolis di dalam jaringan pipa, seperti fluktuasi tekanan dan kecepatan aliran pada jam-jam puncak. Dengan memanfaatkan sumber air tanah melalui sumur bor yang ada, perencanaan ini tidak hanya berfokus pada pemenuhan volume air, tetapi juga pada stabilitas tekanan agar air dapat sampai ke titik terjauh dari sumber. Melalui studi ini, diharapkan akan tercipta sebuah cetak biru (blueprint) pembangunan infrastruktur air bersih yang tangguh hingga tahun 2035 bagi masyarakat setempat.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa proyeksi jumlah penduduk Desa Lubuk Mukti sampai tahun 2035?
2. Berapa jumlah kebutuhan air bersih penduduk Desa Lubuk Mukti sampai tahun 2035?
3. Bagaimana desain sistem distribusi air bersih yang optimal dengan memanfaatkan beberapa sumur bor menggunakan simulasi EPANET 2.2?
4. Berapa dimensi pipa sistem jaringan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Desa Lubuk Mukti?

1.3. Batasan Masalah

1. Fokus pada perancangan dan simulasi jaringan pipa distribusi air bersih tanpa mencakup instalasi pengolahan air.
2. Sumber air menggunakan sumur bor eksisting dengan kapasitas 2 liter/detik per sumur. Penelitian tidak membahas eksplorasi air tanah baru, analisis

hidrogeologi mendalam, dan uji pemompaan

3. Periode perencanaan adalah 2025-2035 dengan asumsi sumber air mampu menyediakan debit kontinyu dan kualitas air baku memenuhi standar.
4. Parameter analisis meliputi aspek hidrolis (tekanan, kecepatan aliran, headloss). Tidak membahas analisis kualitas air detail, analisis ekonomi/RAB, aspek sosial kelembagaan, dan detail arsitektur bangunan.
5. Kondisi simulasi adalah operasional normal menggunakan steady state dan extended period 24 jam
6. Tidak membahas detail tentang geologi dan hidrogeologi di lokasi penelitian

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air

Air merupakan sumber daya alam yang bersifat mutlak bagi kehidupan makhluk hidup sekaligus elemen esensial dalam sistem tata lingkungan. Berdasarkan UU No. 17 Tahun 2019, air didefinisikan sebagai segala bentuk air yang berada di permukaan, di dalam tanah, maupun di atmosfer, termasuk air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut di wilayah daratan. Dalam konteks penyediaan air minum, air harus memenuhi standar kesehatan agar aman dikonsumsi tanpa proses tambahan, sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 dan PP No. 122 Tahun 2015. Secara fisik, air layak minum ditandai dengan kejernihan, tidak berbau, tidak berasa, serta memiliki nilai zat padat terlarut dan suhu yang memenuhi standar. Sumber air baku dapat berasal dari berbagai jenis, seperti mata air, air permukaan, air tanah, hingga air atmosfer, di mana pemilihan sumbernya harus mempertimbangkan aspek kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan biaya pengolahan.

2.2. Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air berfungsi menyalurkan air dari sumbernya, seperti sumur, waduk, atau reservoir, ke konsumen akhir. Sistem ini terdiri dari pipa primer, sekunder, dan tersier, serta dilengkapi dengan pompa, katup, dan penampungan air (reservoir atau tanki). Efisiensi distribusi dipengaruhi oleh desain

hidraulik, tekanan, dan pemeliharaan jaringan. Beberapa penelitian menekankan pentingnya desain jaringan yang mampu menahan fluktuasi permintaan air dan mempertahankan tekanan optimal agar pasokan air tetap lancar dan merata di seluruh wilayah pelayanan.

2.3. Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk di masa depan, yang menjadi dasar perencanaan kapasitas sistem distribusi. Metode yang umum digunakan meliputi proyeksi geometrik, aritmatik, dan metode eksponensial. Data proyeksi penduduk membantu menentukan kapasitas pipa, pompa, dan penampungan air. Pertumbuhan penduduk yang tinggi dapat meningkatkan kebutuhan air secara signifikan, sehingga sistem distribusi harus dirancang dengan fleksibilitas untuk ekspansi di masa depan. Proyeksi penduduk yang dipilih adalah dengan nilai r yang tertinggi.

1. Metode Aritmatika

$$P_n = P_0 \times (1 + n \times r)$$

$$\text{Dimana } r \left[r = \frac{P_n - P_0}{P_0 \times t} \right]$$

Keterangan:

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke- n (jiwa)

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = Angka pertumbuhan penduduk

n = Periode tahun yang ditinjau (tahun)

t = Selisih antara tahun dasar dengan tahun n

2. Metode Geometrik

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

$$\text{Dimana } r \left[r = \left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{1/t} - 1 \right]$$

Keterangan:

P_n = Jumlah pertumbuhan penduduk

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

r = Angka pertumbuhan penduduk

n = Jumlah tahun ke- n

t = Selisih antara tahun dasar dengan tahun n

3. Metode Eksponensial

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

$$\text{Dimana } r \left[r = \frac{\ln\left(\frac{P_n}{P_0}\right)}{t} \right]$$

Keterangan:

P_n = Jumlah pertumbuhan penduduk

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

r = Angka pertumbuhan penduduk

n = Jumlah tahun ke- n

t = Selisih antara tahun dasar dengan tahun n

2.4. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

1. Kebutuhan Domestik

Tabel 1 Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jenis Kota dan Jumlah

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan (L/orang/hari)
1	Metropolitan	> 1.000.000	150
2	Kota Besar	500.000 - 1.000.000	120
3	Kota Sedang	100.000 - 500.000	100
4	Kota Kecil	20.000 - 100.000	90
5	Perdesaan	< 20.000	80

Sumber: Ditjen Cipta Karya (2007)

Desa Lubuk Mukti merupakan pedesaan dan memiliki jumlah penduduk pada tahun 2024 sebesar 2.574 jiwa, maka berdasarkan tabel diatas kebutuhan air bersih Desa Lubuk Mukti sebesar 80/liter/hari/jiwa.

2. Kebutuhan Non Domestik

$$Q_{\text{non-domestik}} = 20\% \times Q_{\text{domestik}}$$

3. Kehilangan Air

$$Q_{\text{kehilangan}} = 20\% \times Q_{\text{total}}$$

4. Kebutuhan Air Rata-rata

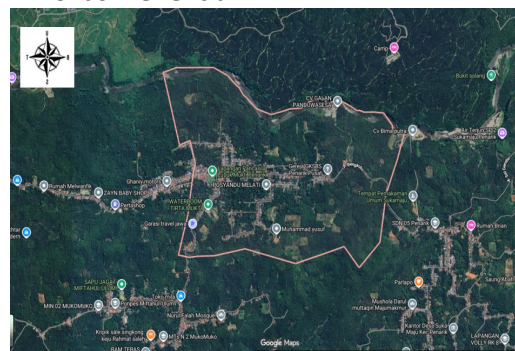
$$Q_{\text{rata-rata}} = Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non-domestik}} + Q_{\text{kehilangan}}$$

5. Kebutuhan Air Jam Puncak

$$Q_{\text{jam puncak}} = f_{\text{peak}} (1,8) \times (Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non-domestik}})$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian



Gambar 1. Peta Lokasi Desa Lubuk Mukti

Sumber: Dokumen Pribadi

Desa Lubuk Mukti merupakan desa yang terletak di Kecamatan Penarik, Kabupaten Mukomuko, Provinsi Bengkulu. Desa Lubuk Mukti memiliki luas 632,87 hektar dengan karakteristik permukiman yang distribusinya mengikuti pola jaringan jalan desa Sebagai bagian dari Kecamatan Penarik, Desa Lubuk Mukti memiliki karakteristik wilayah pedesaan di wilayah tersebut.

3.2. Pengumpulan Data

3.2.1 Data Primer

Data primer adalah informasi yang diperoleh secara langsung melalui survei di lapangan. Dalam penelitian ini, data primer mencakup:

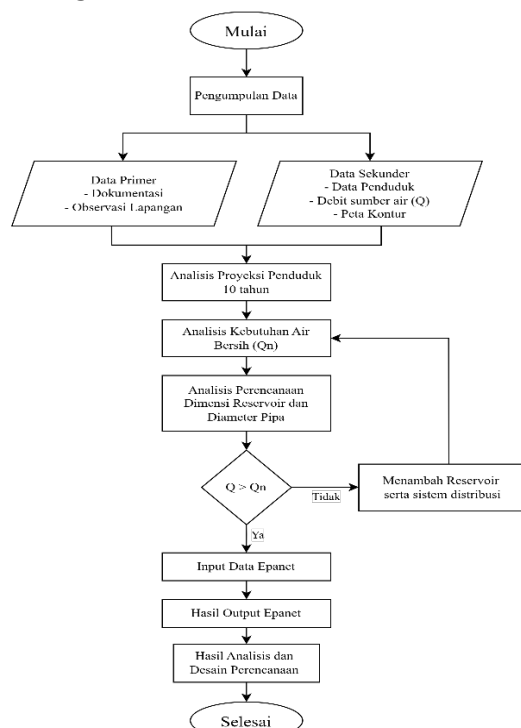
1. Survey kondisi lapangan
2. Dokumentasi

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang telah diolah yang didapat dari instansi terkait. Data yang diperlukan diantaranya adalah:

1. Debit sumber air
2. Data jumlah Penduduk
3. Peta kontur

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 2 Diagram Alir Peneltiain

Sumber: Dokumen Pribadi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Proyeksi Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk DesaLubuk Mukti dalam penelitian ini menghitung menggunakan 3 metode, yaitu metode aritmatika, geometri, dan eksponensial untuk memperoleh keakuratan jumlah penduduk.

Tabel 2 Data Penduduk Desa Lubuk Mukti

Tahun	Jumlah (Jiwa)
2020	2.386
2021	2.347
2022	2.450
2023	2.503
2024	2.574
Rata-rata	2.452

Sumber: BPS Kabupaten Mukomuko

Selanjutnya setelah didapathasil perhitungan mundur dilakukan perhitungan korelasi. Adapun perhitungan dibuat perbandingan masing-masing dari ketiga metode pada tabel berikut

Tabel 3 Rekapitulasi Nilai r

No	Metode	Koefisien Korelasi (r)
1	Aritmatika	0,8545
2	Geometrik	0,8594
3	Eksponensial	0,8603

Sumber: Hasil Perhitungan 2026

Berdasarkan rekapitulasi nilai koefisien korelasi di atas maka Metode Eksponensial dipilih karena memiliki nilai r tertinggi yaitu 0,8603. Berikut ini rekapitulasi proyeksi penduduk Desa Lubuk Mukti sampai tahun 2035:

Tabel 4 Proyeksi Penduduk Desa Lubuk Mukti

No	Tahun	Tahun ke-	Penduduk
1	2025	1	2623
2	2026	2	2673
3	2027	3	2723
4	2028	4	2775
5	2029	5	2827
6	2030	6	2881
7	2031	7	2936
8	2032	8	2991
9	2033	9	3048
10	2034	10	3106
11	2035	11	3165

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

Berikut ini adalah grafik proyeksi penduduk Desa Lubuk Mukti:



Gambar 3 Grafik Proyeksi Penduduk
Sumber: Dokumen Pribadi

4.2 Analisa Kebutuhan Air

4.2.1 Kebutuhan Domestik

Q domestik = Jumlah Penduduk × Standar Kebutuhan

Q domestik = 3.165 jiwa × 80 liter/orang/hari

Q domestik = 253.181 liter/hari

Q domestik = 253,181 m³/hari

Q domestik = 2,930 liter/detik

4.2.2 Kebutuhan Non Domestik

Q non-domestik = 20% × Q domestik

Q non-domestik = 0,20 × 253.181 L/hari

Q non-domestik = 50.636 liter/hari

Q non-domestik = 50,636 m³/hari

Q non-domestik = 0,586 liter/detik

4.2.3 Kehilangan Air

Q total (domestik + non-domestik) = 253.181 liter/hari + 50.636 liter/hari

Q total = 303.817 liter/hari

Q kehilangan = 0,20 × 303.817 L/hari

Q kehilangan = 60.763 liter/hari

Q kehilangan = 60,763 m³/hari

Q kehilangan = 0,703 liter/detik

4.2.4 Kebutuhan Air Rata-rata

Q rata-rata = Q domestik + Q non-domestik + Q kehilangan

Q rata-rata = 253.181 liter/hari + 50.636 liter/hari + 60.763 liter/hari

Q rata-rata = 364.580 liter/hari

Q rata-rata = 364,580 m³/hari

Q rata-rata = 4,220 liter/detik

4.2.5 Kebutuhan Air Harian Maksium

Q harian max = f max × (Q domestik + Q non-domestik)

Q harian max = 1,3 × (253.282 liter/hari + 50.636 liter/hari)

Q harian max = 1,3 × 303.817 liter/hari

Q harian max = 394.962 liter/hari

Q harian max = 394,962 m³/hari

Q harian max = 4,571 liter/detik

4.2.6 Kebutuhan Air Jam Puncak

Q jam puncak = f peak × (Q domestik + Q non-domestik)

Q jam puncak = 1,8 × (253.181 liter/hari + 50.636 liter/hari)

Q jam puncak = 1,8 × 303.817 liter/hari

Q jam puncak = 546.870 liter/hari

Q jam puncak = 22.786 liter/jam

Q jam puncak = 6,330 liter/detik

Berikut hasil dari perhitungan proyeksi kebutuhan air jam puncak desa Lubuk Mukti yang terdapat dalam tabel 5 berikut:

Tabel 5 Proyeksi Kebutuhan Air Jam Puncak 2025-2035

Tahun	Penduduk	Kebutuhan			
		liter/hari	m ³ /hari	liter/jam	liter/detik
2025	2623	283263	283,263	11802,622	3,279
2026	2673	288634	288,634	12026,408	3,341
2027	2723	294106	294,106	12254,437	3,404
2028	2775	299683	299,683	12486,789	3,469
2029	2827	305365	305,365	12723,548	3,534
2030	2881	311155	311,155	12964,795	3,601
2031	2936	317055	317,055	13210,616	3,670
2032	2991	323066	323,066	13461,099	3,739
2033	3048	329192	329,192	13716,331	3,810
2034	3106	335434	335,434	13976,402	3,882
2035	3165	341794	341,794	14241,404	3,956

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

4.3 Perbandingan Debit Tersedia vs Kebutuhan

Reservoir pada kondisi eksisting berjumlah 2 dengan masing-masing debit 2 liter/detik. Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut:

Kebutuhan jam puncak = 6,330 L/s
= 22.788 L/jam

Debit sumur per unit = 2 L/s
= 7.200 L/jam

Total debit produksi = 2 × 7.200
= 14.400 L/jam

Kebutuhan puncak = 22.788 L/jam
Defisit = 22.788 - 14.400
= 8.388 L/jam

Maka untuk debit eksisting mengalami defisit 8.388 L/s serta masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan jam puncak pada 2035.

Oleh karena itu perlu ditambah reservoir menjadi 4 agar dapat memenuhi kebutuhan jam puncak.

$$\begin{aligned}\text{Total debit produksi} &= 4 \times 7.200 \\ &= 28.800 \text{ L/jam} \\ \text{Kebutuhan puncak} &= 22.788 \text{ L/jam} \\ \text{Surplus} &= 28.800 - 22.788 \\ &= +6.012 \text{ L/jam}\end{aligned}$$

4.4 Perhitungan Pipa Diameter Distribusi

4.4.1 Pipa Primer

$$\begin{aligned}Q_{\text{primer}} &= 2 \text{ L/detik} \\ &= 0,002 \text{ m}^3/\text{detik} \\ V_{\text{sumsi}} &= 1,2 \text{ m/detik} \\ D_{\text{primer}} &= \sqrt{(4 \times Q / (\pi \times v))} \\ &= \sqrt{(4 \times 0,002 / (3,14 \times 1,2))} \\ &= \sqrt{(0,008 / 3,77)} \\ &= \sqrt{0,002124} \\ &= 0,04068 \text{ m} \\ &= 46 \text{ mm}\end{aligned}$$

Ukuran Pipa = 50 mm

4.4.2 Pipa Sekunder

$$\begin{aligned}Q_{\text{sekunder}} &= 1 \text{ L/detik} \\ &= 0,001 \text{ m}^3/\text{detik} \\ V_{\text{sumsi}} &= 1 \text{ m/detik} \\ D_{\text{sekunder}} &= \sqrt{(4 \times Q / (\pi \times v))} \\ &= \sqrt{(4 \times 0,001 / (3,14 \times 1))} \\ &= \sqrt{(0,004 / 3,14)} \\ &= \sqrt{0,001274} \\ &= 0,03569 \text{ m} \\ &= 35 \text{ mm}\end{aligned}$$

Ukuran Pipa = 35 mm

4.4.3 Pipa Tersier

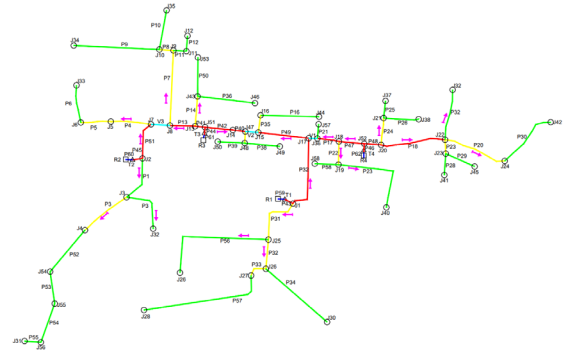
$$\begin{aligned}Q_{\text{tersier}} &= 0,2500 \text{ L/detik} \\ &= 0,00025 \text{ m}^3/\text{detik} \\ V_{\text{sumsi}} &= 0,8 \text{ m/detik} \\ D_{\text{sekunder}} &= \sqrt{(4 \times Q / (\pi \times v))} \\ &= \sqrt{(4 \times 0,00025 / (3,14 \times 0,8))} \\ &= \sqrt{(0,000398 / 2,512)} \\ &= \sqrt{0,00020} \\ &= 0,0200 \text{ m} \\ &= 19,95 \text{ mm}\end{aligned}$$

Ukuran Pipa = 20 mm

4.5 Simulasi Epanet

EPANET merupakan sebuah perangkat lunak (software) komputer yang dikembangkan khusus untuk mensimulasikan perilaku hidrolis dan kecenderungan perubahan kualitas air dalam suatu sistem jaringan perpipaan bertekanan. Sistem jaringan dalam konteks

pemodelan ini direpresentasikan melalui elemen-elemen fundamental seperti Pipa, Node (titik sambung atau pertemuan pipa), Pompa, Katup, serta Tangki Penyimpanan atau Reservoir[6]. Secara operasional, EPANET berjalan pada platform sistem Windows dan menyediakan lingkungan terintegrasi yang memungkinkan pengguna untuk melakukan editing data masukan, menjalankan proses simulasi, serta mengvisualisasikan hasil analisis dalam berbagai format.



Gambar 4 Peta Jaringan Pipa

Sumber: Dokumen Pribadi

4.6 Hasil Simulasi

Tabel 6 Hasil Analisis Hidraulik Jaringan Pipa

Link ID	Diameter (m)	Velocity (m)	Headloss (m/km)
P1	183,5	0,35	3.46
P2	208	0,31	8.17
P3	214	0,51	10.54
P4	175	0,31	4.09
P5	120	0,63	29.49
P6	162	0,31	8.17
P7	325	0,63	15.29
P8	61	0,31	4.09
P9	372	0,31	8.17
P10	186	0,31	8.17
P11	56	0,43	11.00
P12	71	0,35	9.95
P13	104	0,40	4.40
P14	129	0,31	4.09
P15	315	0,33	3.05
P16	241	0,31	8.17
P17	90,5	0,35	0.09
P18	269	0,35	3.46
P19	59	0,31	4.09
P20	255	0,63	29.49
P21	51	0,31	8.17
P22	98	0,36	5.49

Link ID	Diameter (m)	Velocity (m)	Headloss (m/km)
P23	363	0,31	8.17
P24	112,55	0,31	4.09
P25	70,6	0,31	8.17
P26	137	0,31	8.17
P27	221	0,31	8.17
P28	81	0,31	8.17
P29	123	0,31	8.17
P30	290	0,31	8.17
P31	221	0,62	14.77
P32	112	0,41	6.97
P33	83	0,40	9.95
P34	322	0,31	8.17
P35	71,6	0,40	9.95
P36	245	0,31	8.17
P37	52	0,42	10.89
P38	140	0,31	8.17
P39	105	0,31	8.17
P40	56	0,47	8.72
P41	40	0,60	9.34
P42	116,5	0,51	8.75
P43	15	0,68	11.74
P44	12	0,68	9.40
P45	25	0,56	8.18
P46	15	0,59	7.29
P47	100	0,51	10.19
P48	67	0,55	7.99
P49	210	0,30	2.30
P50	214	0,31	8.17
P51	166	0,32	4.46
P52	157	0,41	6.97
P53	121	0,31	4.09
P54	134	0,40	9.95
P55	30	0,31	8.17
P56	436	0,31	8.17
P57	425	0,31	8.17
P58	100	0,31	8.17
P59	12	0,57	5.21
P60	11	0,59	5.55
P61	8	0,58	5.38
P62	11	0,55	4.86

Sumber: Output Epanet, 2026

Berdasarkan hasil analisis hidraulik jaringan pipa distribusi air bersih, diketahui bahwa kecepatan aliran terbesar terjadi pada pipa P43 dan 44 dengan diameter pipa 50 mm sebesar 0,68 m/s. Kecepatan aliran terkecil

terjadi pada pipa P49 dengan diameter pipa 35 sebesar 0,30 m/detik. Nilai kecepatan tersebut masih berada dalam rentang kecepatan aliran yang direkomendasikan untuk sistem distribusi air bersih yaitu 0,3 m/detik – 3 m/detik, sehingga tidak berpotensi menimbulkan gangguan operasional seperti erosi pipa maupun kebisingan aliran.

Sementara itu, kehilangan energi (unit headloss) terbesar terjadi pada beberapa pipa P5 dan P20 dengan diameter 20 mm sebesar 29,49 m/km. Ini melebihi batas minimum yaitu <15 m/km. Sementara unit headloss terendah sebesar 2,30 m/km pada pipa P49 dengan diameter 35 mm. Tingginya kehilangan energi pada pipa-pipa tersebut disebabkan oleh kombinasi diameter pipa yang relatif kecil dan debit aliran yang cukup besar, sehingga meningkatkan tahanan aliran di dalam pipa. Kondisi ini berpotensi mempengaruhi tekanan air pada bagian hilir jaringan apabila tidak dikendalikan dengan baik.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja hidraulik jaringan pipa distribusi masih berada pada kondisi yang dapat diterima, dengan nilai kecepatan aliran dan kehilangan energi yang umumnya masih memenuhi kriteria perencanaan sistem distribusi air bersih. Namun demikian, pipa-pipa dengan nilai headloss yang tinggi, khususnya pada pipa berdiameter kecil, perlu mendapat perhatian dalam evaluasi desain dan pengelolaan sistem, guna menjaga kestabilan tekanan dan efisiensi distribusi air.

Tabel 7 Analisa Hidrolik pada Node

Node ID	Head (m)	Pressure (m)	Elevation (m)
J1	116,82	18,82	98
J2	116,8	16,8	100
J3	116,16	25,16	91
J4	113,91	22,91	91
J5	115,34	17,34	97
J6	111,8	14,8	101
J7	116,06	15,06	102
J8	116,06	14,06	100
J9	111,09	11,09	100
J10	110,84	10,84	100
J11	110,47	10,47	99
J12	109,76	10,76	103

J13	116,51	13,51	103
J14	115,87	12,87	102
J15	115,38	13,38	103
J16	114,67	11,67	103
J17	115,86	12,86	104
J18	115,87	11,87	102
J19	115,33	13,33	102
J20	116,36	14,36	99
J21	115,89	16,89	105
J22	115,42	10,42	103
J23	115,18	12,18	96
J24	107,9	11,9	97
J25	113,56	16,56	96
J26	112,78	16,78	91
J27	111,95	20,95	84
J28	108,48	24,48	81
J29	110	29	80
J30	110,15	30,15	69
J31	110,74	41,74	83
J32	114,46	31,46	96
J33	110,48	14,48	93
J34	107,8	14,8	91
J35	109,32	18,32	103
J36	115,86	12,86	100
J37	115,32	15,32	100
J38	114,78	14,78	96
J39	113,62	17,62	100
J40	112,37	12,37	104
J41	114,52	10,52	104
J42	105,54	11,54	94
J43	115,99	13,99	102
J44	112,7	10,7	102
J45	114,18	12,18	102
J46	113,98	12,98	101
J47	115,38	12,38	103
J48	114,81	10,81	104
J49	113,67	12,67	101
J50	113,96	13,96	100
J51	116,89	13,89	103
J52	116,89	15,89	101
J53	114,24	14,24	100
J54	112,81	22,81	90
J55	112,32	32,32	80
J56	110,98	31,98	79
J57	115,45	13,45	102
J58	114,52	14,52	100

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

Berdasarkan hasil analisis hidraulik pada node jaringan distribusi air bersih, diketahui bahwa tekanan tertinggi terjadi pada Junction 31 dengan nilai tekanan sebesar 31,46 m/km (mH₂O). Sementara itu, tekanan terendah pada jaringan distribusi terjadi pada Junction 22 tekanan minimum sebesar 10,42 m/km (mH₂O), yang telah memenuhi standar minimum >10m.

Pada jaringan distribusi head terbesar terdapat pada Junction 51 dan Junction 52 dengan nilai 116,89 m, sedangkan head terendah terjadi pada Junction 42 dengan nilai 104 m. Perbedaan nilai tekanan dan head pada masing-masing node menunjukkan pengaruh elevasi dan kehilangan energi sepanjang jaringan pipa. Secara keseluruhan, tekanan pada node distribusi masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk pelayanan air bersih, sehingga sistem distribusi dinilai mampu memenuhi kebutuhan tekanan minimum di seluruh wilayah pelayanan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Proyeksi Penduduk menggunakan metode eksponensial ($r=0,8604$), jumlah penduduk pada tahun 2035 diproyeksikan mencapai 3.165 jiwa dengan kebutuhan air jam puncak sebesar 6,330 L/detik

Dimensi pipa sistem jaringan ditentukan menggunakan material PVC ($C=140$) dengan rincian: pipa primer berdiameter 50 mm, pipa sekunder 35 mm, dan pipa tersier 20 mm.

Desain sistem distribusi air bersih dengan jaringan bercabang dan multi-reservoir menunjukkan bahwa 2 sumur bor eksisting tidak mencukupi (SF 0,63). Optimalisasi dengan 4 sumur bor/reservoir menghasilkan debit 28.800 L/jam dengan keandalan tinggi (SF 1,26), sehingga kapasitas produksi surplus dan aman untuk kebutuhan jam puncak.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perencanaan dan analisis, sistem distribusi air bersih Desa Lubuk Mukti perlu dilakukan pembesaran diameter pipa tersier (20 mm) menjadi 25–35 mm pada ruas dengan headloss tinggi (P5, dan P20) untuk menurunkan kehilangan energi dan menjaga tekanan tetap stabil. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi ulang distribusi debit agar beban aliran

tidak terkonsentrasi pada pipa kecil, serta pemeliharaan dan monitoring berkala terhadap tekanan dan debit untuk mendeteksi kebocoran atau penurunan kinerja jaringan.

Sistem juga harus disiapkan untuk pengembangan di masa mendatang, seiring proyeksi peningkatan penduduk dan kebutuhan air, melalui penambahan sumber, reservoir, maupun kapasitas jaringan. Tahap berikutnya disarankan dilakukan kajian operasional dan ekonomi mencakup biaya investasi, biaya operasional, serta skenario pengelolaan, sehingga sistem distribusi tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga efisien secara ekonomi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. salsabila Rahmawati, E. Noerhayati, and A. Rahmawati, "Studi Alternatif Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Auditorium Universitas Brawijaya," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 12, no. 4, pp. 11–20, 2022.
- [2] E. N. Azizah, E. Noerhayati, and B. Suprpto, "Studi Perencanaan Sistem Distribusi Pipa Air Bersih Pada Kecamatan Tulangan Kabupaten Sidoarjo," vol. 15, no. 1, pp. 639–646, 2025.
- [3] S. N. Rahayu, "Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Di Desa Gading Kecamatan Tanon Kabupaten Sragen Menggunakan Software Epanet 2.0," vol. 3, no. 2, pp. 1–129, 2022.
- [4] N. Yadi, M. Belladona, and E. Dwiantoro, "Analisa Tingkat Kehilangan Air (Water Losses) pada Jaringan Distribusi PDAM Tirta Hidayah Zona 3 Kota Bengkulu Tahun 2024," *RIGGS J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 3, pp. 2280–2290, 2025.
- [5] R. M. Pangihutan and D. Angela, "Rivate Sector Involvement in Clean Water Management: Appointment of PT Moya Indonesia By the DKI Jakarta Provincial Government (2022)," *J. Law, Polit. Humanit.*, vol. 4, no. 3, pp. 140–148, 2024.
- [6] L. Rossman, M. Tryby, R. Janke, and T. Haxton, "EPANET 2 . 2 User Manual."