

STUDI EVALUASI DAN PENGEMBANGAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA MANDURO KECAMATAN KABUH KABUPATEN JOMBANG MENGUNAKAN APLIKASI WATERCAD V8i

Rizky Ar Ridho Wibowo¹, Eko Noerhayati², Budi Santoso³

¹Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Malang
Korespondensi: 21901051077@unisma.ac.id

²Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Malang
Korespondensi: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Malang
Korespondensi: budisan@unisma.ac.id

ABSTRACT

Clean water is a basic necessity for domestic, social, and economic activities. With the projected population growth in Manduro Village, evaluating and developing the clean water distribution system is necessary to ensure sufficient water supply through 2036. This study aimed to evaluate the existing distribution network, project the future population, and analyze water demand and hydraulic performance using WaterCAD V8i. A quantitative descriptive method was applied through field surveys, literature review, and the collection of population, discharge, and topographic data. The existing system supplies 9.57 L/s of water to 3,527 residents through 97 junctions and an 8,383 m PVC pipeline network fed by three groundwater wells. Hydraulic simulation showed pressures between 321 and 971 kPa, meeting SNI 7509:2011 standards, while flow velocities ranged from 0.01 to 2.28 m/s, with low velocities occurring at the network ends. Population projection estimated 3,890 residents by 2036. The proposed network can supply 10.552 L/s through a direct pumping system using three groundwater wells and a 13,625 m pipeline network. Simulated pressures ranged from 380 to 970 kPa, while flow velocities varied from 0.00 to 2.83 m/s. Although several sections still exhibited low velocities, the proposed system is capable of meeting projected water demand through 2036, despite relying entirely on pumps because the storage reservoir is currently out of service due to leakage.

Keywords: *Distribution Network, Manduro Village, WaterCAD, Water Demand.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting untuk menunjang kehidupan masyarakat, baik untuk kebutuhan rumah tangga, sosial, maupun ekonomi. Ketersediaan air bersih yang memenuhi standar kualitas dan dapat didistribusikan secara merata menjadi faktor utama dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat [1]. Oleh karena itu, diperlukan sistem penyediaan dan jaringan distribusi air bersih yang mampu melayani kebutuhan masyarakat secara berkelanjutan.

Desa Manduro, Kecamatan Kabuh, Kabupaten Jombang, mengalami peningkatan kebutuhan air bersih seiring pertumbuhan

penduduk dan aktivitas masyarakat. Namun, sistem distribusi air bersih yang ada masih menghadapi berbagai permasalahan, seperti tekanan air yang rendah di beberapa wilayah, distribusi yang tidak merata, serta kondisi jaringan pipa yang sudah tua dan kurang sesuai dengan kebutuhan saat ini.

Kondisi topografi Desa Manduro yang berbukit dan memiliki perbedaan elevasi cukup signifikan turut memengaruhi kinerja jaringan distribusi. Wilayah dengan elevasi tinggi cenderung mengalami tekanan air yang lebih rendah dibandingkan wilayah yang berada pada elevasi rendah, sehingga pelayanan air bersih menjadi kurang optimal, terutama pada jam-jam puncak pemakaian. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan evaluasi

dan pengembangan jaringan distribusi air bersih guna mengetahui kondisi tekanan, kecepatan aliran, dan kehilangan energi (*headloss*) pada jaringan eksisting. Analisis dilakukan menggunakan *WaterCAD V8i* sehingga dapat diperoleh rekomendasi teknis yang tepat untuk meningkatkan pemerataan dan keandalan pelayanan air bersih di Desa Manduro. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar perbaikan sistem distribusi air bersih serta referensi bagi pengembangan jaringan di wilayah lain dengan kondisi serupa.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang ada, maka dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja jaringan distribusi air bersih eksisting di Desa Manduro, Kecamatan Kabuh?
2. Berapa proyeksi jumlah penduduk di Desa Manduro, Kecamatan Kabuh, pada tahun 2036?
3. Bagaimana kebutuhan air bersih dan simulasi hidrolika jaringan distribusi air bersih menggunakan *WaterCAD V8i*?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengevaluasi kinerja jaringan distribusi air bersih eksisting di Desa Manduro Kecamatan Kabuh Kabupaten Jombang.
2. Untuk mengetahui proyeksi jumlah penduduk di Desa Manduro, Kecamatan Kabuh, Kabupaten Jombang pada tahun 2036.
3. Untuk menganalisis kebutuhan air bersih dan hasil simulasi hidrolika jaringan distribusi air bersih menggunakan *WaterCAD V8i*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Air baku merupakan sumber air yang digunakan sebagai bahan dasar penyediaan air bersih sebelum diolah dan didistribusikan kepada masyarakat [2]. Ketersediaan air baku harus memenuhi aspek kuantitas, kualitas, dan kontinuitas agar mampu mendukung kebutuhan air bersih secara berkelanjutan. Sumber air baku dapat berasal dari air hujan, air permukaan (sungai, waduk, dan danau), mata air, serta air tanah [3]. Pemilihan sumber air

baku mempertimbangkan kondisi kualitas air, debit yang tersedia, lokasi sumber, kemudahan akses, serta biaya pengambilan dan pengolahannya.

Kebutuhan air bersih dibedakan menjadi kebutuhan domestik dan non-domestik [4]. Kebutuhan domestik mencakup keperluan rumah tangga seperti minum, memasak, mandi, dan mencuci, kebutuhan non-domestik meliputi kebutuhan fasilitas umum dan sosial seperti sekolah, rumah sakit, perkantoran, pasar, tempat ibadah, dan industri [5]. Besarnya kebutuhan air dipengaruhi oleh jumlah penduduk, tingkat pelayanan, serta perkembangan wilayah yang dilayani.

Sistem penyediaan air bersih terdiri atas sumber air baku, unit pengolahan, reservoir, jaringan transmisi, jaringan distribusi, dan unit pelayanan [6]. Distribusi air dapat dilakukan dengan sistem gravitasi apabila sumber air berada pada elevasi yang lebih tinggi dari daerah pelayanan, atau dengan sistem pemompaan apabila tekanan gravitasi tidak mencukupi [7]. Dalam perencanaannya, perlu diperhatikan kapasitas pipa, tekanan aliran, kehilangan energi (*head loss*), serta kebutuhan air pada kondisi rata-rata, hari maksimum, dan jam puncak [8].

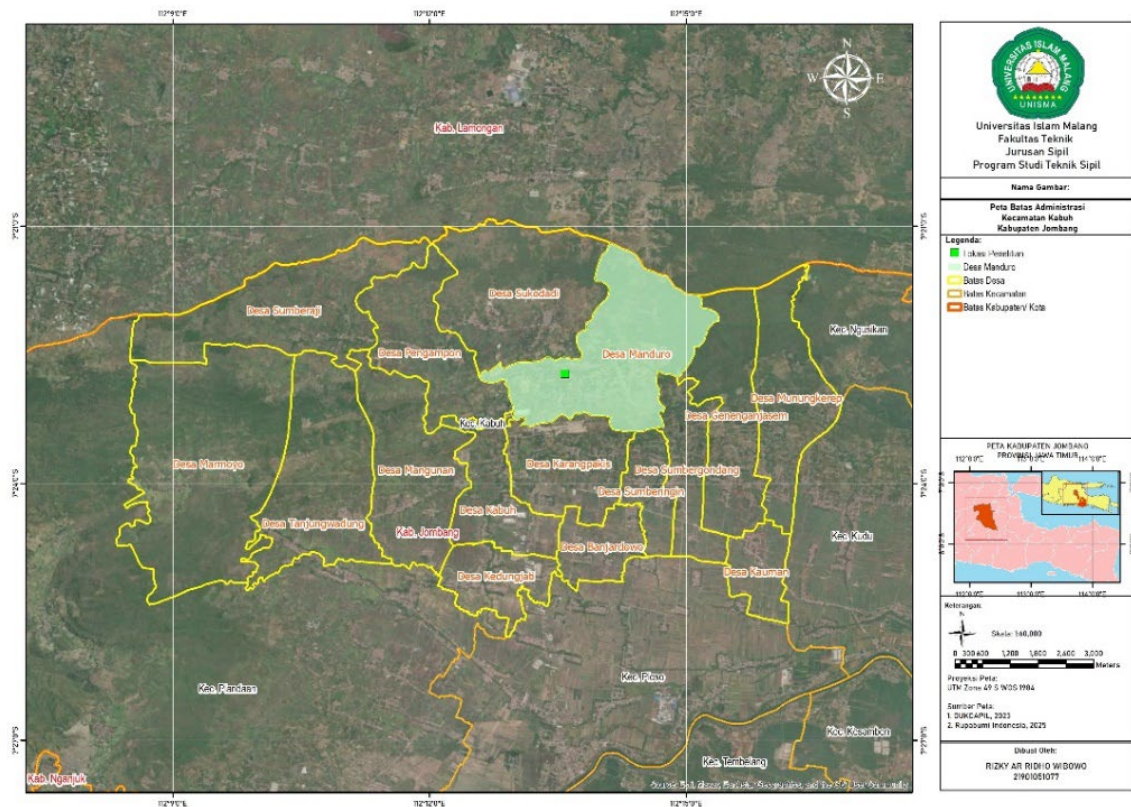
Untuk menjamin kecukupan pasokan air di masa mendatang, dilakukan proyeksi jumlah penduduk dan analisis neraca air. Proyeksi penduduk digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan kebutuhan air, sedangkan neraca air membandingkan ketersediaan sumber air dengan kebutuhan yang direncanakan [9]. Analisis sistem jaringan distribusi dilakukan menggunakan perangkat lunak *WaterCAD* untuk mengevaluasi kinerja jaringan, kapasitas pipa, dan sisa tekanan [10].

3. METODOLOGI PENELITIAN

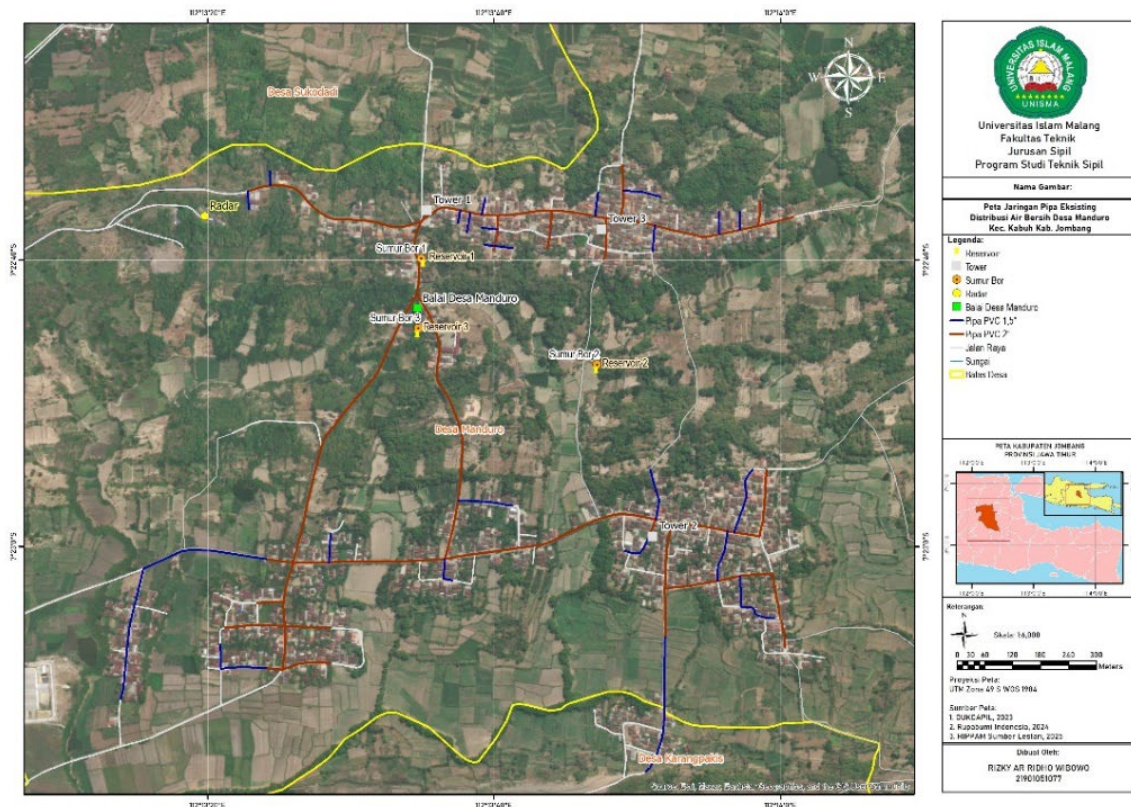
3.1 Deskripsi Daerah Studi

Lokasi studi perencanaan jaringan distribusi air bersih berada di Desa Manduro Kecamatan Kabuh Kabupaten Jombang. Desa ini memiliki luas 3,36 km². Batas administrasi Desa Manduro sebagai berikut:

- Sebelah Barat : Desa Pengampon
- Sebelah Selatan : Desa Karangpakis
- Sebelah Utara : Desa Sukodadi
- Sebelah Timur: Desa Sumbergondang



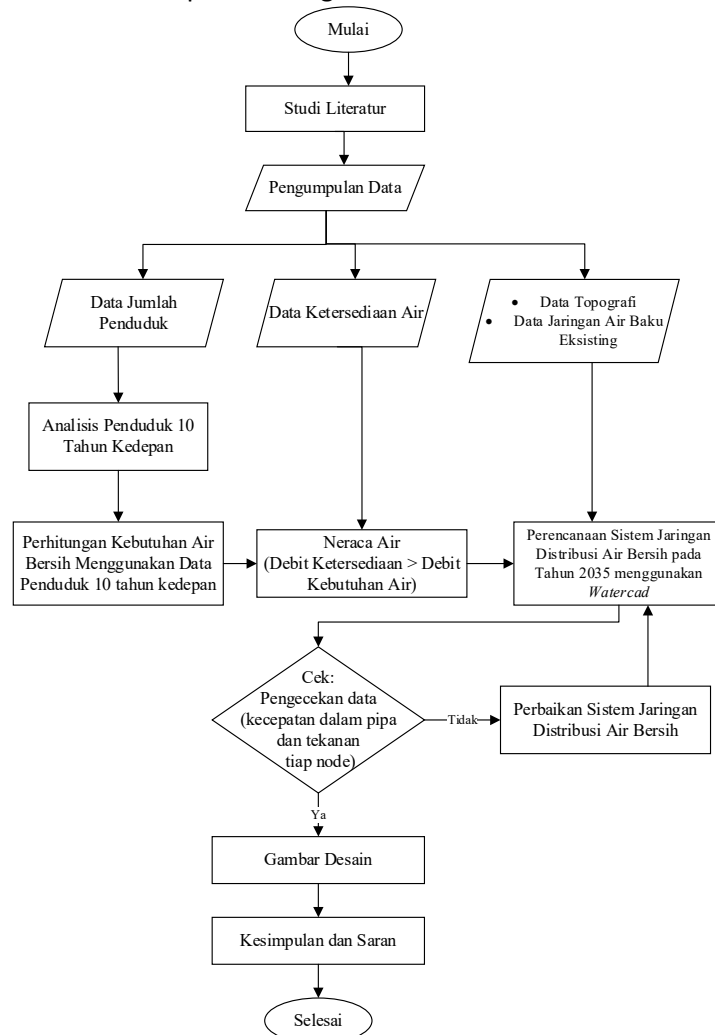
Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2026)



Gambar 2. Jaringan Eksisting
Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2026)

3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2026)

3.3 Pengumpulan Data

Data untuk keperluan analisis perencanaan distribusi air bersih yaitu data primer meliputi: 1) Jaringan eksisting pipa distribusi air bersih, 2) Data debit sumber air, 3) Panjang pipa distribusi, 4) Diameter dan material pipa dan 5) Kondisi operasional jaringan distribusi air bersih. Data sekunder yang diperlukan meliputi: 1) data jumlah penduduk, 2) peta topografi, dan peta jaringan distribusi air eksisting.

3.4 Sistematis Tahapan Studi

1. Analisa kebutuhan air bersih eksisting
2. Analisa proyeksi penduduk
3. Analisa kebutuhan air bersih pengembangan

4. Analisis sistem jaringan pipa distribusi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Evaluasi Kinerja Distribusi Air Bersih Eksisting

Analisis kinerja jaringan distribusi air bersih eksisting dilakukan menggunakan data layout jaringan, jumlah penduduk, dimensi dan panjang pipa, elevasi, serta data operasional sistem untuk mengevaluasi kemampuan jaringan dalam melayani kebutuhan air masyarakat. Berdasarkan data Desa Manduro, jumlah penduduk tahun 2025 sebanyak 3.527 jiwa yang tersebar dalam 1.153 KK dan digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air domestik.

Sistem penyediaan air bersih dikelola oleh HIPAM dengan memanfaatkan tiga sumur bor sebagai sumber utama air. Distribusi air dilakukan melalui sistem perpompaan langsung karena menara air berkapasitas 4.000 liter tidak berfungsi akibat kebocoran. Masing-masing sumur dilengkapi pompa berkapasitas 6 L/det, dengan debit aktual sebesar 4 L/det (Sumur 1), 3,5 L/det (Sumur 2), dan 3,5 L/det (Sumur 3).

Secara umum, sistem distribusi air bersih Desa Manduro masih bergantung pada kinerja sumur bor dan pompa, sehingga evaluasi kinerja jaringan diperlukan untuk memastikan pelayanan air bersih berlangsung optimal sesuai standar perencanaan yang berlaku.

Tabel 1. Perhitungan Kebutuhan Air Tahun 2025

No	Keterangan	Satuan	Tahun	Sumber
A Kependudukan				
1	Jumlah Penduduk	jiwa	3527	Data BPS
2	Tingkat Pelayanan	%	100%	Rencana
3	Penduduk Terlayani	jiwa	3527	[1] x [3]
B Kebutuhan Domestik				
4	Jumlah SR	unit	1153	Data Desa
5	Pemakaian per Orang	lt/hari	100	Ketentuan SNI
6		lt/det	0.00116	[5] /86400
7	Kebutuhan Domestik	lt/det	4.082	[1] x [6]
C Kebutuhan Non-Domestik				
8	25% dari Kebutuhan Domestik	lt/det	1.02	25% x [8]
D Total Kebutuhan Air (B+C)				
		lt/det	5.10	[7] + [8]
E Kehilangan Air				
9	-% Kehilangan Air	%	25%	SNI
10	-Jumlah Kehilangan Air	lt/det	1.28	25% x [D]
F Kebutuhan Air Total (D+E)				
			6.38	[D] + [10]
G Kebutuhan Hari Maksimum				
11	-Faktor Koefisien		1.1	Ketentuan SNI
12	-Kebutuhan Air	lt/det	7.02	[11] x [F]
H Kebutuhan Jam Puncak				
13	-Faktor Koefisien		1.5	Ketentuan SNI
14	-Kebutuhan Air	lt/det	9.57	[13] x [F]

Sumber: Analisis Data (2026)

Berikut ini adalah perhitungan kebutuhan air tahun 2025

- Jumlah penduduk Desa Manduro = 3527 jiwa (dari data Kantor Desa)
- Tingkat pelayanan sebesar 100%
- Jumlah penduduk yang terlayani = 100% x jumlah penduduk = 100% x 3527 jiwa = 3527 jiwa
- Jumlah Sambungan rumah = 1153 unit
- Kebutuhan air perkapita = 100 liter/orang/hari (SNI)
- Kebutuhan air perorang = kebutuhan air per orang/86400 = 100 liter/orang/hari/86400

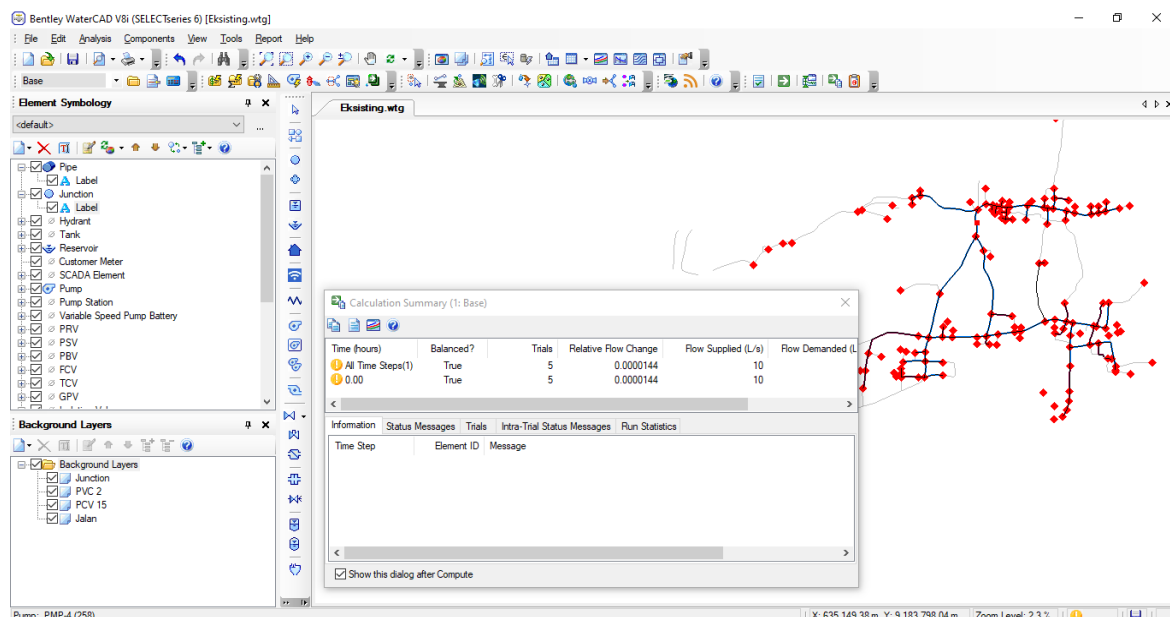
$$= 0,001157$$

(86400 = Konversi satuan hari ke detik)

- Kebutuhan air domestik = jumlah penduduk x kebutuhan air per orang = 3527 x 0,00116 = 4,082 liter/detik
- Kebutuhan non domestik: = 25% dari kebutuhan domestik = 25% x 4,082 = 1,02 liter/detik
- Total kebutuhan air = keb. domestik + non domestik = 4,082 + 1,02 = 5,10 liter/detik
- Kehilangan air = 25% dari kebutuhan air = 25% x 5,10 = 1,28 liter/detik
- Kebutuhan air total = kebutuhan air + kehilangan air = 5,10 + 1,28 = 6,38 liter/detik
- Kebutuhan hari maksimum = koefisien KHM x kebutuhan air = 1,1 x 6,38 = 7,02 liter/detik
- Kebutuhan jam puncak = koefisien KJP x kebutuhan air = 1,5 x 6,38 = 9,57 liter/detik

Kebutuhan air bersih Desa Manduro tahun 2025 sebesar 9,57 L/det untuk melayani 3.527 jiwa. Dalam pemodelan *WaterCAD V8i*, wilayah pelayanan direpresentasikan oleh 97 junction, sehingga setiap junction menerima debit rata-rata 0,0986 L/det. Jaringan distribusi menggunakan pipa PVC berdiameter 2 inci dan 1,5 inci sesuai kondisi eksisting. Selanjutnya, dilakukan pemodelan menggunakan *WaterCAD V8i* untuk menganalisis kinerja hidrolis jaringan, meliputi distribusi debit, tekanan, dan kecepatan aliran.

Hasil analisis *WaterCAD V8i* pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa sistem distribusi air bersih di Desa Manduro mampu mengalirkan debit sebesar 9,57 L/det melalui sistem perpompaan dari tiga sumur bor pada elevasi 112,66 m, 101,44 m, dan 83,65 m untuk melayani wilayah dengan elevasi 54,76–120,92 m. Jaringan distribusi menggunakan pipa PVC sepanjang 8.383 m, terdiri atas diameter 55,4 mm sepanjang 6.015 m dan 44 mm sepanjang 2.368 m.



Gambar 4. Permodelan WaterCAD V8i Kondisi Eksisting

Sumber: Analisis Data (2026)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa headloss gradient masih memenuhi kriteria perencanaan (<10 m/km). Tekanan pada junction berkisar 321–971 kPa, sehingga seluruh jaringan memenuhi tekanan minimum 0,5 atm (50 kPa), namun masih terdapat 9 junction dengan tekanan di bawah tekanan pelayanan 3,5 atm (350 kPa). Kecepatan aliran berada pada rentang 0,01–2,28 m/det, dimana beberapa ruas pipa cabang memiliki kecepatan kurang dari 0,3 m/det sehingga belum memenuhi ketentuan SNI 7509:2011 dan berpotensi menyebabkan pengendapan sedimen serta menurunkan efisiensi distribusi.

Secara umum, jaringan distribusi eksisting telah memenuhi kriteria tekanan minimum dan kehilangan energi, namun masih diperlukan pengembangan pada ruas-ruas dengan tekanan pelayanan dan kecepatan aliran yang belum memenuhi standar agar distribusi air menjadi lebih optimal.

4.2 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan kebutuhan air bersih diawali dengan proyeksi jumlah penduduk hingga tahun perencanaan (2036). Data yang digunakan adalah data penduduk Desa Manduro, Kecamatan Kabuh selama 10 tahun terakhir (2016–2025) yang diperoleh dari BPS Kabupaten Jombang, sebagaimana disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 2. Penduduk Desa Manduro Tahun 2016 - 2025

No	Tahun	Penduduk (Jiwa)
1	2016	3514
2	2017	3511
3	2018	3494
4	2019	3561
5	2020	3498
6	2021	3645
7	2022	3521
8	2023	3565
9	2024	2683
10	2025	3527

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2025

Data penduduk 2016–2025 relatif stabil (± 3.400 – 3.600 jiwa), kecuali tahun 2024 yang turun menjadi 2.683 jiwa dan diduga sebagai outlier, lalu kembali naik pada 2025 menjadi 3.527 jiwa. Karena itu dilakukan uji inlier-outlier untuk memastikan data yang valid digunakan dalam analisis.

Berdasarkan hasil analisa, diperoleh batas atas dan batas bawah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Batas Atas (BA)} &= 10^{(R+(Kn \times S))} \\
 &= 4188,16 \\
 \text{Batas Bawah (BB)} &= 10^{(R-(Kn \times S))} \\
 &= 2874,59
 \end{aligned}$$

Proyeksi pertumbuhan penduduk dilakukan menggunakan tiga metode, yaitu aritmatik, geometrik, dan least square, dengan perhitungan koefisien korelasi masing-masing

metode. Hasil analisis menunjukkan nilai r sebesar -0,0845 (aritmatik), 0,341 (geometrik), dan 0,339 (least square). Berdasarkan nilai yang paling mendekati 1, metode yang digunakan adalah metode geometrik dengan $r = 0,341$.

Tabel 3. Uji Outlier Data Penduduk

NO.	TAHUN	Data Penduduk	Log	Ket.	Data Hasil Uji	
		(Jiwa)			Tahun	Penduduk (jiwa)
1	2016	3514	3,55		2016	3514
2	2017	3511	3,55		2017	3511
3	2018	3494	3,54		2018	3494
4	2019	3561	3,55		2019	3561
5	2020	3498	3,54		2020	3498
6	2021	3645	3,56		2021	3645
7	2022	3521	3,55		2022	3521
8	2023	3565	3,55		2023	3565
9	2024	2683	3,43	Out	2025	3527
10	2025	3527	3,55			
Rerata (R)			3,54			
Standar Deviasi (S)			0,04			
Kn			2,04			

Sumber: Analisis Data (2026)

4.2.1 Perhitungan Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Dalam Perhitungan pertumbuhan penduduk dilakukan menggunakan metode geometrik dan pertumbuhan konstan (*constant growth*). Penggunaan metode ini dalam perhitungan proyeksi mengabaikan selisih negatif terhadap tahun sebelumnya.

Keterangan pada Tabel 4.4 adalah sebagai berikut:

Tahun = tahun yang ditinjau

Penduduk = Jumlah penduduk tahun tersebut

Pertambahan = penduduk tahun akhir - penduduk tahun sebelumnya

Pertumbuhan = pertambahan / jumlah penduduk tahun tersebut

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa pertumbuhan penduduk di Desa Manduro Kecamatan Kabuh Jombang adalah sebesar 0,894% per tahun. Dengan nilai pertumbuhan tersebut, selanjutnya dilakukan perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan metode geometrik dengan analisis sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.

Contoh perhitungan proyeksi penduduk tahun 2026 dengan metode aritmatik adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

$$P_o = 3527$$

$$r = 0,894\%$$

$$n = 1$$

$$P_n = 3527 \times (1+(0,894/100))^1$$

$$P_n = 3527 \times 1,0089$$

$$P_n = 3559 \text{ jiwa}$$

Tabel 4. Perhitungan Proyeksi Penduduk Metode Geometrik

Tahun	n	r (%)	(1+r.n)	Pn
2026	1	0,894%	1,0089	3559
2027	2	0,894%	1,0180	3591
2028	3	0,894%	1,0270	3623
2029	4	0,894%	1,0362	3655
2030	5	0,894%	1,0455	3688
2031	6	0,894%	1,0548	3721
2032	7	0,894%	1,0643	3754
2033	8	0,894%	1,0738	3788
2034	9	0,894%	1,0834	3822
2035	10	0,894%	1,0930	3856
2036	11	0,894%	1,1028	3890

Sumber: Analisis Data, 2026

Tabel 5. Pertumbuhan Penduduk

No	Tahun	Penduduk	Pertambahan	Pertumbuhan	Ket.	Pertumbuhan (Pakai)
1	2016	3514				
2	2017	3511	-3	-0,09%	Diabaikan	0,00%
3	2018	3494	-17	-0,49%	Diabaikan	0,00%
4	2019	3561	67	1,88%		1,88%
5	2020	3498	-63	-1,80%	Diabaikan	0,00%
6	2021	3645	147	4,03%		4,03%
7	2022	3521	-124	-3,52%	Diabaikan	0,00%
8	2023	3565	44	1,23%		1,23%
9	2025	3527	-38	-1,08%	Diabaikan	0,00%
Rata-Rata						0,894%

Sumber: Analisis Data, 2026

4.3 Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Simulasi Hidrolika dengan *WaterCAD V8i*

Perhitungan kebutuhan air bersih untuk tahun 2036 sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk Desa Manduro
= 3890 jiwa (analisis proyeksi penduduk)
2. Tingkat pelayanan sebesar 100%
3. Jumlah penduduk yang terlayani =
= 100% x jumlah penduduk
= 100% x 3890 jiwa
= 3890 jiwa
4. Kebutuhan air perkapita
= 100 liter/orang/hari (SNI)
5. Kebutuhan air perorang
= kebutuhan air per orang / 86400
= 100liter/orang/hari /86400
= 0,001157
86400 = satuan hari ke detik
6. Kebutuhan air domestik= jumlah penduduk x kebutuhan air per orang
= 3890 x 0,00116
= 4,502 liter/detik
7. Kebutuhan non domestik:
= 25% dari kebutuhan domestik

$$= 25\% \times 4,502$$

$$= 1,13 \text{ liter/detik}$$

8. Total kebutuhan air
= keb. domestik + non domestik
= 4,502 + 1,13 = 5,63 liter/detik

9. Kehilangan air
= 25% dari kebutuhan air
= 25% x 5,63
= 1,41 liter/detik

10. Kebutuhan air total
= kebutuhan air + kehilangan air
= 5,63 + 1,41
= 7,03 liter/detik

11. Kebutuhan hari maksimum
= koefisien KHM x kebutuhan air
= 1,1 x 7,03
= 7,738 liter/detik

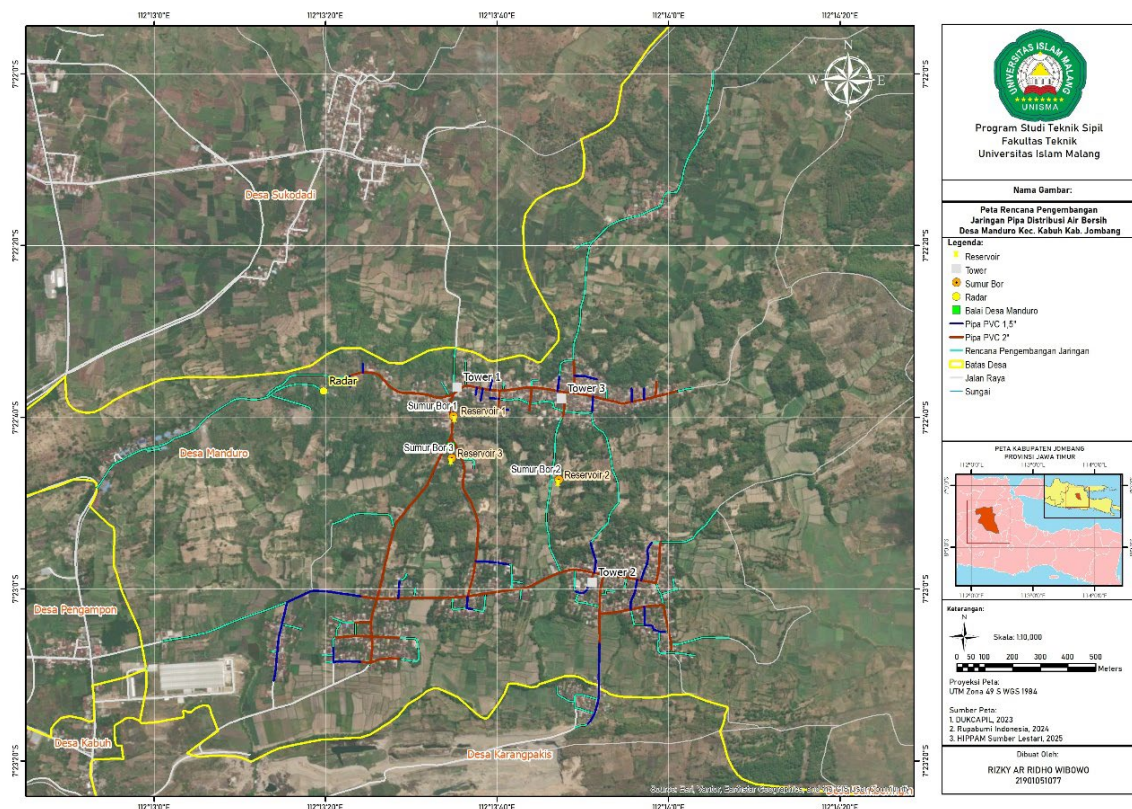
12. Kebutuhan jam puncak
= koefisien KJP x kebutuhan air
= 1,5 x 7,03
= 10,55 liter/detik

Perhitungan kebutuhan air untuk tahun 2026 hingga tahun 2036 ditampilkan pada Tabel berikut:

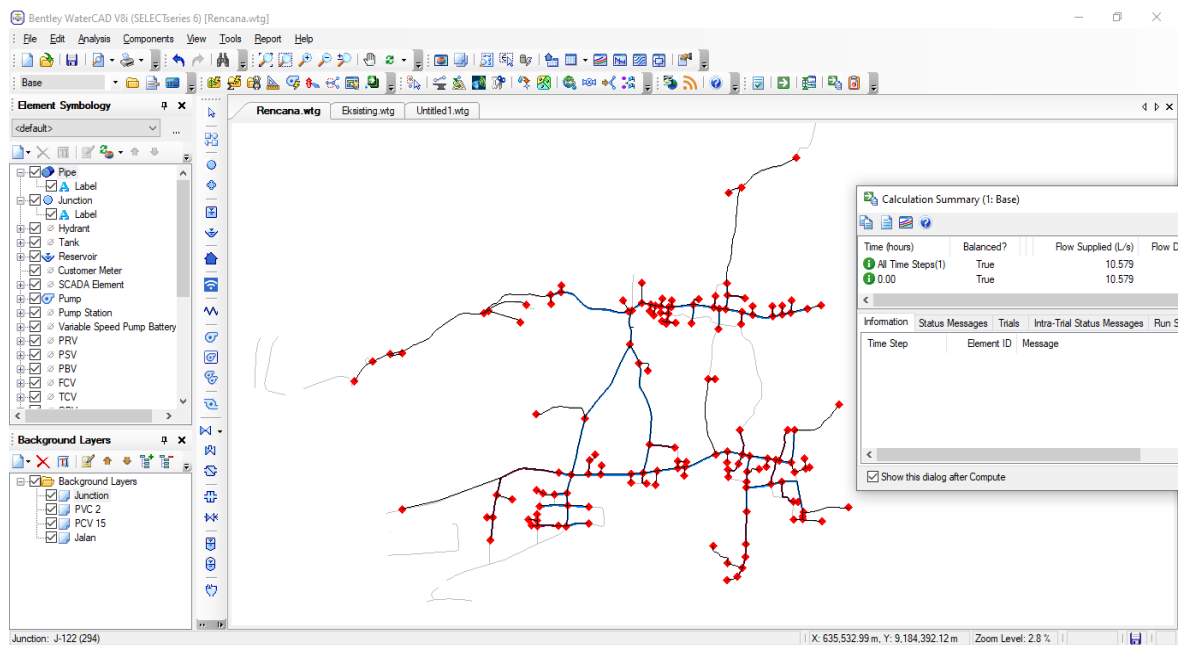
Tabel 6. Analisa Kebutuhan Air Bersih Tahun 2026 – 2036

No	Keterangan	Satuan	Tahun										
			2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
A	Kependudukan												
1	Jumlah Penduduk	jiwa	3559	3591	3623	3655	3688	3721	3754	3788	3822	3856	3890
2	Tingkat Pelayanan	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
3	Penduduk Terlayani	jiwa	3559	3591	3623	3655	3688	3721	3754	3788	3822	3856	3890
B	Kebutuhan Domestik												
1	Pemakaian per Orang	lt/hari	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		lt/det	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
2	Kebutuhan Domestik	lt/det	4.119	4.156	4.193	4.230	4.269	4.307	4.345	4.384	4.424	4.463	4.502
C	Kebutuhan Non-Domestik												
	-25% dari Kebutuhan Domestik	lt/det	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13
D	Total Kebutuhan Air (B+C)	lt/det	5.15	5.20	5.24	5.29	5.34	5.38	5.43	5.48	5.53	5.58	5.63
E	Kehilangan Air												
	-% Kehilangan Air	%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
	-Jumlah Kehilangan Air	lt/det	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.35	1.36	1.37	1.38	1.39	1.41
F	Kebutuhan Air Total (D+E)		6.44	6.49	6.55	6.61	6.67	6.73	6.79	6.85	6.91	6.97	7.03
G	Kebutuhan Hari Maksimum												
	-Faktor Koefesien		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.100
	-Kebutuhan Air	lt/det	7.08	7.14	7.21	7.27	7.34	7.40	7.47	7.54	7.60	7.67	7.738
H	Kebutuhan Jam Puncak												
	-Faktor Koefesien		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.50
	-Kebutuhan Air	lt/det	9.65	9.74	9.83	9.91	10.00	10.09	10.18	10.28	10.37	10.46	10.552

Sumber: Analisis Data, 2026



Gambar 5. Peta Rencana Pengembangan Jaringan Distribusi Layanan Tahun 2036
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2026



Gambar 6. Tampilan Hasil Analisis Jaringan Distribusi Pengembangan Layanan Tahun 2036
Sumber: *WaterCAD V8i*, 2026

Hasil simulasi hidrolika menunjukkan bahwa headloss gradient pada seluruh ruas pipa telah memenuhi persyaratan (<10 m/km). Tekanan pada junction berkisar 381–970 kPa

($\pm 38,8$ – $98,9$ m kolom air), sehingga seluruh titik pelayanan memenuhi tekanan minimum 5 m (± 50 kPa), namun beberapa junction masih memiliki tekanan di atas batas pelayanan yang

direkomendasikan (80 m atau ± 800 kPa), sehingga diperlukan pengaturan tekanan pada jaringan.

Kecepatan aliran berkisar 0,00–2,83 m/det. Kecepatan maksimum masih berada di bawah batas 4,0 m/det, namun beberapa ruas pipa cabang dan ujung jaringan memiliki kecepatan di bawah 0,3 m/det sesuai SNI 7509:2011 akibat debit yang rendah. Meskipun tekanan pelayanan masih mencukupi, kondisi tersebut berpotensi meningkatkan pengendapan sedimen sehingga memerlukan pengelolaan jaringan secara berkala.

Secara keseluruhan, pengembangan jaringan mampu meningkatkan kapasitas dan cakupan pelayanan dibandingkan kondisi eksisting. Parameter headloss gradient dan tekanan minimum telah memenuhi kriteria, sedangkan tekanan yang terlalu tinggi pada beberapa titik dan kecepatan aliran yang rendah pada sebagian ruas pipa masih memerlukan optimalisasi.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jaringan distribusi air bersih eksisting di Desa Manduro mampu melayani kebutuhan air sebesar 9,57 L/det untuk 3.527 jiwa melalui 97 *junction* dan jaringan pipa PVC sepanjang 8.383 m. Hasil simulasi menunjukkan tekanan 321–971 kPa telah memenuhi SNI 7509:2011, sedangkan kecepatan aliran 0,01–2,28 m/det masih menunjukkan beberapa ruas di bawah 0,3 m/det. Sistem distribusi sepenuhnya bergantung pada pompa karena reservoir tidak berfungsi akibat kebocoran.
2. Proyeksi penduduk menggunakan metode geometrik menghasilkan laju pertumbuhan 0,894% per tahun, sehingga jumlah penduduk diperkirakan meningkat dari 3.527 jiwa (2025) menjadi 3.890 jiwa (2036).
3. Pengembangan jaringan mampu memenuhi kebutuhan air tahun 2036 sebesar 10,552 L/det melalui sistem *direct pumping* dengan total jaringan 13.625 m. Hasil simulasi menunjukkan tekanan 380–970 kPa memenuhi SNI 7509:2011,

sedangkan kecepatan aliran 0,00–2,83 m/det masih memiliki beberapa ruas di bawah 0,3 m/det. Secara keseluruhan, pengembangan jaringan dinilai layak untuk memenuhi kebutuhan air hingga tahun 2036, meskipun operasionalnya tetap bergantung pada sistem perpompaan.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan perbaikan atau pembangunan ulang reservoir agar sistem tidak hanya bergantung pada pompa, sehingga operasi lebih stabil dan efisien saat beban puncak (10,552 L/det).
2. Disarankan evaluasi kapasitas dan efisiensi 3 unit pompa secara berkala untuk memastikan mampu melayani perbedaan elevasi hingga $\pm 71,59$ m (54,76–126,35 m) tanpa kehilangan tekanan berlebih.
3. Pengembangan jaringan pipa selanjutnya perlu mempertimbangkan optimasi diameter dan pengurangan tekanan tinggi (hingga ± 970 kPa) agar umur pipa lebih panjang dan risiko kebocoran dapat diminimalkan.
4. Diperlukan program pengendalian kehilangan air ($\pm 25\%$) melalui monitoring kebocoran dan manajemen tekanan untuk meningkatkan efisiensi sistem distribusi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adelia, K. A., Suprpto, B., Rahmawati, A. 2022. Studi Alternatif Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih dan Air Limbah Di Gedung Neo Hotel Malang. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 12(2).
- [2] Ardiansyah, I. W. M., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2025). Studi Evaluasi Dan Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih Di Desa Ardimulyo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. Jurnal Rekayasa Sipil, 15(1), 572–579.
- [3] Elok, F., Noerhayati, E., Suprpto, B. 2022. Studi Perencanaan Distribusi Jaringan Air Bersih Pada Kecamatan Lekok Kabupaten Pasuruan. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 7(2).
- [4] Milena, W. K., Noerhayati, E., Suprpto, B. 2022. Studi Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Pada Perumahan The Oz – Australian City of Malang. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 12(2).
- [5] Pribadi, G., Noerhayati, E., Rachmawati, A.

2022. Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih Pada Perumahan The Araya Cluster Jasmine Valley Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 6(1).
- [6] Rachmawati, A., Rahmawati, A. 2022. Perencanaan Teknis Peremajaan Jaringan Pipa Air Bersih dan Penambahan Sambungan Rumah (SR) Kampung Dusun Selambai Kelurahan Loktuan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 11(2).
- [7] Rahman, A. R. M., Warsito, & Rahmawati, A. (2025). Studi Evaluasi Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Semanding Kabupaten Tuban Dengan *WaterCAD V8i*. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 15(1), 462–469.
- [8] Ardiansyah, Juwono, P. T., Ismoyo, M. J. 2012. Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih pada PDAM di Kota Ternate. *Jurnal Teknik Pengairan*, 2(3), 211–220.
- [9] Noperissa, V., Waspodo, R. S. B. 2018. Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Domestik Menggunakan Metode Regresi di Kota Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(3).
- [10] Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.