

**Optimasi Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum Menggunakan Program Epanet
(Studi Kasus: Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo Jember)**

*Optimization of the Drinking Water Piping Network System Using the Epanet Program
(Case Study: Lembengan Village, Ledokombo District Jember)*

Sulanggana Tartuwa¹ Nanang Saiful Rizal^{2*} Adhitya Surya Manggala³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : sulanggana@gmail.com

² Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember *Koresponden Author
Email : nanangsaifulrizal@unmuhjember.ac.id

³ Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : m4ngg4la@gmail.com

Abstrak

Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo, Kabupaten Jember memiliki sumber mata air yang melimpah dan memiliki kualitas air yang sangat baik. Namun, masih banyak masyarakat di Desa tersebut yang belum terjangkau oleh jaringan perpipaan air minum. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung kebutuhan air minum dan merencanakan serta mengoptimasi jaringan perpipaan air minum dengan memanfaatkan software EPANET. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan air minum di Desa Lembengan Ledokombo pada tahun 2021 yaitu sebesar 12,89 liter/detik. Sedangkan kebutuhan air minum proyeksi 15 tahun atau pada tahun 2036 yaitu sebesar 13,20 liter/detik. Apabila kebutuhan air minum dikonversikan dalam satuan jam hasilnya yaitu sebesar 47.520 liter/jam. Digunakan tiga jaringan dengan menggunakan reservoir berupa menara air.

Keywords: *Jaringan perpipaan, kebutuhan air minum, EPANET, reservoir.*

Abstract

Lembengan Village, Ledokombo District, Jember Regency has abundant springs and has very good water quality. However, there are still many people in the village who have not been reached by the drinking water pipe network. The purpose of this research is to calculate the need for drinking water and to plan and optimize the drinking water piping network using EPANET software. The results of the study show that the need for drinking water in Lembengan Ledokombo Village in 2021 is 12.89 liters/second. Meanwhile, the projected drinking water demand for 15 years or in 2036 is 13.20 liters/second. If the need for drinking water is converted in hours, the result is 47,520 liters/hour. Three networks are used using a reservoir in the form of a water tower.

Keywords: *Drainage, channel, cross section, discharge.*

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan bagian penting dari hidup manusia. Air saat ini sangat dirasakan memiliki nilai ekonomi yang besar dan banyak pihak yang memperebutkan untuk menguasai sumber-sumbernya (Lukenga, 2015). Kejadian kekurangan air memiliki efek yang berbeda di berbagai wilayah, di sebuah wilayah penduduknya hanya kekurangan air merupakan fenomena rutin dan dianggap maklum, sedangkan ditempat lain kekurangan air hanya terjadi dalam periode pendek dan bisa menyebabkan kekacauan (Chandapillai et al, 2011). Dari sini peran pemerintah sebagai perwakilan dari masyarakat wajib mengatur pemanfaatan dan penyediaan air untuk kebutuhan sehari-hari. Berdasarkan PP 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum menjelaskan bahwa penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari masyarakat yang digunakan untuk keperluan minum, masak, mandi, cuci, peturasan, dan ibadah masuk kedalam kegiatan penyediaan air minum. Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo, Kabupaten Jember memiliki sumber mata air yang melimpah dan memiliki kualitas air yang sangat baik. Sampai saat ini terdapat dua titik sumber yang sudah dimanfaatkan oleh masyarakat. Namun, masih banyak masyarakat di Desa tersebut yang belum terjangkau oleh jaringan perpipaan air minum dan banyak beberapa masalah distribusi pipa air minum yang belum optimal. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kurang terpenuhnya kebutuhan air minum masyarakat, contohnya yaitu kurangnya kontrol dan aturan konkrit dari pengelola, kondisi perpipaan eksisting yang masih banyak mengalami kehilangan air, dan kurangnya kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga ketersediaan air. Disisi lain, penggambaran atau pemetaan jaringan perpipaan air minum di Desa tersebut masih digambar manual oleh masyarakat sekitar. Maka dari itu, maksud dari penelitian ini agar menghitung kebutuhan air minum dan merencanakan serta mengoptimasi jaringan perpipaan air minum dengan memanfaatkan

software EPANET. Adapun dengan penelitian ini diharapkan kebutuhan air minum masyarakat Desa Lembengan terpenuhi, jaringan perpipaan dapat dikelola dengan baik dan tertib serta masyarakat teredukasi tentang hasil dari jaringan perpipaan secara kompleks.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan. Adapun permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung kebutuhan air minum pada penduduk Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo Jember?
2. Bagaimana kondisi eksisting jaringan pipa distribusi air minum di Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo Jember?
3. Bagaimana merencanakan jaringan pipa distribusi air minum 100% di Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo Jember menggunakan program Epanet?
4. Bagaimana mengoptimalkan tinggi menara air dengan menggunakan program Epanet?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Lokasi penelitian terletak di Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo, Kabupaten Jember, Jawa Timur.
2. Kebutuhan air minum untuk rumah tangga.
3. Perencanaan sistem perpipaan menggunakan software Epanet untuk membantu perencanaan pemenuhan kebutuhan air minum.
4. Tidak menghitung RAB (Rencana Anggaran Biaya).

D. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kebutuhan air minum pada

penduduk Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo Jember.

2. Mengevaluasi kondisi eksisting jaringan pipa distribusi air minum di Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo Jember.
3. Merencanakan jaringan pipa distribusi air minum 100% di Desa Lembengan, Kecamatan Ledokombo Jember menggunakan program Epanet.
4. Mengoptimalkan tinggi menara air dengan menggunakan program Epanet.

E. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penyusunan Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat mengetahui bagaimana merencanakan kebutuhan air minum menggunakan software EPANET.
2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai rujukan Pemerintah Desa Lembengan dalam merencanakan akses air minum secara layak dan aman 100%.
3. Masyarakat desa mengetahui tentang penerapan jaringan perpipaan air minum secara optimal dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTKA

A. Umum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010). Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010).

B. Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan

perlengkapannya, hidran kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan (bila diperlukan), dan reservoir distribusi.

C. Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih

Jaringan perpipaan diselenggarakan untuk menjamin kepastian kuantitas dan kualitas air minum yang dihasilkan serta kontinuitas pengaliran air minum. Sehingga, dalam penyediaan air bersih harus memenuhi konsep 3K yaitu:

1. Kualitas air minum harus memenuhi persyaratan fisik, kimia dan biologi berdasarkan baku mutu yang berlaku sesuai dengan wilayah masing-masing.
2. Kuantitas Air Kuantitas air minum yang dihasilkan harus dapat melayani semua masyarakat.
3. Kontinuitas Air Pelayanan air minum harus memenuhi persyaratan dari segi kontinuitas. Debit air minum harus dapat memenuhi kebutuhan air masyarakat selama 24 jam dalam sehari sehingga tidak ada masyarakat yang tidak mendapatkan air minum.

C. Sistem Perpipaan Distribusi

Pada umumnya, macam-macam pipa yang ada dan digunakan dalam perencanaan sistem distribusi air minum adalah pipa primer, sekunder, tersier. Jaringan pipa merujuk data spasial titik (point) atau garis (lines) pipa sebagai jaringan yang tak terpisahkan. Jaringan pipa yang dimiliki oleh Perusahaan Daerah Air Minum memiliki atribut yang dimiliki pipa yaitu: letak kerawanan pipa, panjang pipa, diameter pipa, flow (banyak aliran pipa), velocity 11 (kecepatan aliran pipa) dan headloss (kehilangan tekanan air).

D. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah jumlah air yang diperlukan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air, meliputi sosial, perkantoran, pendidikan, niaga, fasilitas peribadatan dan sebagainya (non domestik).

1. Kebutuhan Air Domestik
 Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum.
2. Kebutuhan Air Non Domestik
 Kebutuhan non domestik ini adalah kebutuhan air bersih selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umu.

E. Kehilangan Air

Kehilangan air didefinisikan sebagai jumlah air yang hilang akibat pemasangan sambungan yang tidak tepat, terkena tekanan dari luar sehingga menyebabkan pipa retak atau pecah, penyambungan liar.

1. Kehilangan Tinggi Tekan Mayor.

Persamaan Chezy-Manning

$$HL = 4,66n^2 LQ^2 / D^{533}$$

Dengan:

HL = headloss (m)

Q = debit aliran (m³/dt)

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

N = koefisien kekasaran Manning

2. Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

Secara umum rumus kehilangan tinggi tekan akibat *minor losses*:

$$H_f = S \times L$$

Dengan:

S = kemiringan garis energi (m)

hf = Kehilangan tinggi tekanan (m)

L = Panjang pipa (m) Rumus Slope adalah:

$$\left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times (D)^{2,68}} \right)^{1,98}$$

Dengan

Q = debit aliran (m³/dt)

D = diameter pipa (m)

C = koefisien kekasaran (faktor Hazen Williams)

F. Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air. $Q_r = Q_d + Q_n + Q_a$
 Dengan:

Q_r = kebutuhan air rata-rata (ltr/hari)

Q_d = Kebutuhan air domestik (ltr/hari)

Q_n = Kebutuhan air non domestik (ltr/hari)

Q_a = kehilangan air (ltr/hari)

G. Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum adalah kebutuhan air pada hari tertentu dalam setiap minggu, bulan, dan tahun dimana kebutuhan airnya sangat tinggi.

$$Q_m = 1,25 \times Q_r$$

Dengan:

Q_m = debit kebutuhan air harian maksimum (ltr/hari)

Q_t = debit kebutuhan air total (ltr/hari)

Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak.

$$Q_p = 1,75 \times Q_t$$

Dengan:

Q_m = Debit kebutuhan air jam puncak (ltr/hari)

Q_t = Debit kebutuhan air total (ltr/hari).

H. Fluktuasi Kebutuhan Air

Jumlah pemakaian air oleh pelanggan berbeda-beda, dikarenakan perbedaan jumlah anggota keluarga, mata pencaharian, dan faktor lainnya,

Kebutuhan Rata-rata Pemakaian air rata-rata menggunakan persamaan berikut: $Q_h = Q_d / T$
 Dengan:

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m³/jam)

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m³)

T = Jangka waktu pemakaian (jam)

Kebutuhan Harian Maksimum Kebutuhan air harian dengan menggunakan rumus:

Kebutuhan air per hari = Jumlah penduduk x kebutuhan rata-rata per hari.

Kebutuhan Pada Jam Puncak

$$Q_{h-max} = C1 \cdot Q_h$$

Dengan:

Q_h = pemakaian air (m³/dt)

C1 = konstanta yang bernilai antara 1,2 – 2,0

Q_{h-max} = pemakaian air jam puncak (m³/dt).

I. Pengenalan Aplikasi Epanet 2.0

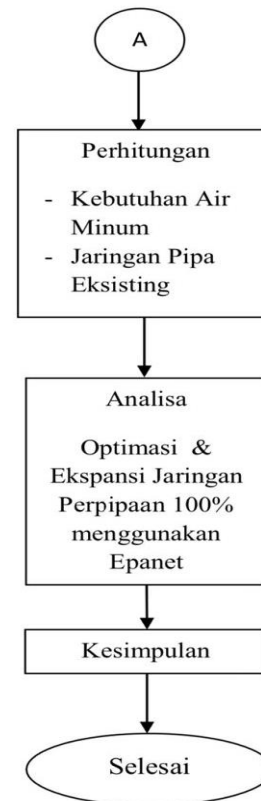
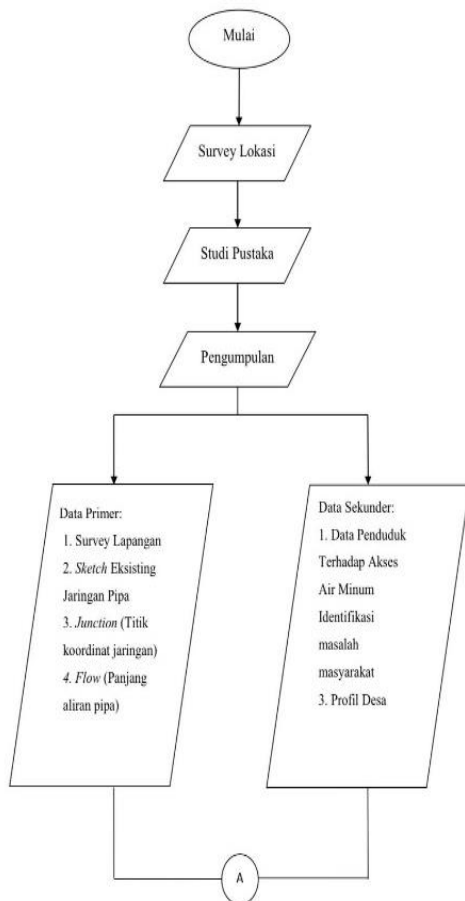
Epanet adalah salah satu software yang banyak digunakan untuk menganalisa jaringan distribusi air. Program komputer yang berbasis Windows ini melakukan

simulasi profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa yang terdiri dari titik/node pipa, pompa, valve, dan reservoir. Aplikasi ini dapat juga menjadi dasar analisa dari berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan beberapa unsur lainnya (Lewis, 2000).

3. METODE LOGI

Pada penelitian ini memakai data sebagai berikut :

1. Data elevasi
2. Titik koordinat jaringan
3. Data penduduk



Gambar 1 Bagan alur penelitian
Sumber : Hasil penggambaran sendiri

4. ANALISA dan PEMBAHASAN

A. Letak dan Batas Wilayah

Desa Lembengan berada di koordinat $9^{\circ} 50' 50''$ Lintang Selatan, $113^{\circ} 50' 18''$ Bujur Timur. Desa Lembengan memiliki luas 749 Ha, dengan ketinggian 254 meter di atas permukaan laut. Adapun batas administratif
 Sebelah Utara : Desa Ledokombo • Sebelah Timur : Desa Kalisat • Sebelah Selatan : Desa Sempolan • Sebelah Barat : Desa Jatian.

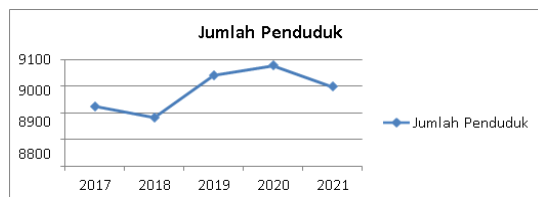
B. Proyeksi Jumlah Penduduk

Sesuai dengan data-data yang diperoleh bahwa jumlah penduduk Desa Lembengan pada tahun 2017-2021 sebagai berikut:

Tabel 1 Jumlah Penduduk Desa Lembengan

No	Dusun	2017	2018	2019	2020	2021
1	Krajan 1	1543	1533	1564	1565	1556
2	Krajan 2	1224	1223	1233	1233	1227
3	Klonceng	1984	1965	1996	1996	1994
4	Oloh	2243	2245	2292	2320	2274
5	Darungan	1930	1916	1956	1963	1946
JUMLAH		8924	8882	9041	9077	8997

Sumber: Kantor Desa Lembengan, 2022



Gambar 2 Grafik Pertumbuhan Penduduk

Sumber : Hasil penggambaran sendiri
 Pertumbuhan Penduduk 2017-2018

$$r_1 = (8882 - 8924) / 8924 = -0,0047$$

Tabel 2 Pertumbuhan Penduduk Desa Lembengan

No.	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk
1.	2017	8924	-
2.	2018	8882	-0,00471
3.	2019	9041	0,01758
4.	2020	9077	0,00398
5.	2021	8997	-0,00881
Rata Rata			0,00161

Sumber: Perhitungan, 2022

Proyeksi penduduk seperti di bawah ini.
 Diketahui: Jumlah penduduk tahun 2021 = 8.997 jiwa Rata-rata pertumbuhan penduduk per tahun = 0,00161%

Metode Geometrik:

$$\begin{aligned} P_n &= P_o \times (1 + r)^n \\ &= 8.997 \times (1 + 0,00161)^1 \\ &= 8.997 \times (1,00161)^1 \\ &= 9011 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Dengan:

P_n = Jumlah Penduduk Setelah n Tahun ke Depan (Jiwa)

P_o = Jumlah Penduduk Pada Tahun Dasar

(Jiwa) r = Angka Pertumbuhan Penduduk
 n = jangka waktu dalam tahun

Tabel 3 Proyeksi Metode Geometri Jumlah Penduduk Tahun 2022-2036

Dusun	Eksistensi	Proyeksi Jumlah Penduduk (Jiwa)							
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Krajan 1	1556	1559	1561	1564	1566	1569	1571	1574	
Krajan 2	1227	1229	1231	1233	1235	1237	1239	1241	
Klonceng	1994	1997	2000	2004	2007	2010	2013	2017	
Oloh	2274	2278	2281	2285	2289	2292	2296	2300	
Darungan	1946	1949	1952	1955	1959	1962	1965	1968	
8997		9011	9026	9041	9055	9070	9084	9099	
DUSUN		Proyeksi Jumlah Penduduk (Jiwa)							
		2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Krajan 1	1576	1579	1581	1584	1586	1589	1591	1594	
Krajan 2	1243	1245	1247	1249	1251	1253	1255	1257	
Klonceng	2020	2023	2026	2030	2033	2036	2039	2043	
Oloh	2303	2307	2311	2315	2318	2322	2326	2330	
Darungan	1971	1974	1978	1981	1984	1987	1990	1994	
9114		9128	9143	9158	9172	9187	9202	9217	

Sumber: Perhitungan, 2022

Dari pengolahan data tersebut dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan penduduk di setiap tahun bertambah sebesar 14-15 jiwa. Bisa diambil contoh pada jumlah penduduk di tahun 2021 sebesar 8997, lalu di tahun 2022 sebesar 9011. Jadi dari jumlah penduduk dari tahun 2021 ke tahun 2022 sebesar 14 jiwa.

C. Analisa Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Ketersediaan air bersih di Desa Lembengan sendiri yaitu sebesar 829.507 liter/hari, jika dalam jam yaitu sebesar 34.563 liter/jam, dan jika dalam detik yaitu sebesar 9,6 liter/detik.

Tabel 4 Kebutuhan Air Bersih Desa Lembengan

	Satuan	Tahun Proyeksi Ke n				analisa	ket
		thn.	5th	10th	15th		
Jumlah penduduk	jiwa		9.070	9.143	9.217	1	kenaikan 0,0016% pertahun
Pelayanan penduduk	%	100	100	100	100	2	juklak 100% pelayanan
	jiwa	8.997	9.070	9.143	9.217	3	
Pelayanan SR	%	100	100	100	100	4	juklak / survei
	jiwa	8.997	9.070	9.143	9.217	5	(5)= ((4)*(3))/100
	jiwa/sb	5	5	5	5	6	
	Jmlh. Sb	1.799	1.814	1.829	1.843	7	(7)= (5) / (6)
Pemakaian Air	Lt/org/h	90	90	90	90	8	
	Lt/sb/hr	450	450	450	450	9	(9)= (8) x (6)
	Lt/det	9,37	9,45	9,52	9,60	10	(10)=(5)x(8)/86400
Pelayanan KU / HU	%	-	-	-	-	11	(11)= 100 - (4)
	jiwa	-	-	-	-	12	(12)=(11)/100*(3)
	jiwa/HU	100	100	100	100	13	
	Jmlh. HU	-	-	-	-	14	(14)=(12)/(13)
Pemakaian Air	Lt/org/h	60	60	60	60	15	
	Lt/HU/h	6.000	6.000	6.000	6.000	16	(16)=(13)*(15)
	Lt/det	-	-	-	-	17	(17)=(12)/(15)/86400
Total Domestik	Lt/det	9,37	9,45	9,52	9,60	18	(18)=(10)+(17)
Total Non Domestik	%	10,00	10,00	10,00	10,00	19	
	Lt/det	0,94	0,94	0,95	0,96	20	(20)=(18) x (19)
Total	Lt/det	10,31	10,39	10,48	10,56	21	(21)=(18) + (20)
Kehilangan Air	%	20	20	20	20	22	
	Lt/det	2,58	2,60	2,62	2,64	23	(23)=(21)*(22)/80
- Rata-rata	Lt/det	12,89	12,99	13,10	13,20	24	(24)=(21)+ (23)
- Harian Puncak	Faktor	1,1	1,1	1,1	1,1	25	
	Lt/det	14,17	14,29	14,40	14,52	26	(26)=(24)* (25)
	M ³ /jam	51,03	51,44	51,86	52,28	27	(27)=(26)x3600/1000
	M ³ /hari	1.224,72	1.234,61	1.244,58	1.254,63	28	(28)=(27)*24
- Jam Puncak	Faktor	1,5	1,5	1,5	1,5	29	
	Lt/det	19,33	19,49	19,64	19,80	30	(30)=(24)**(27)
Kebutuhan Air Baku	Faktor	3,0	3,0	3,0	3,0	31	
	Lt/det	42,52	42,87	43,21	43,56	32	(32)=(26)**(33) Besarnya debit perencanaan

Sumber: Perhitungan, 2022
 Suplai air bersih Desa Lembengan

dari sumber air pertama yaitu berdebit 2 ltr/dt, sumber air kedua yaitu 3 ltr/dt, dan sumber ketiga yaitu 2 ltr/dt. Sedangkan jumlah penduduk Desa Lembengan pada tahun 2036 sebanyak 9217 jiwa. Sedangkan kebutuhan air bersih Desa Lembengan pada tahun 2036 sebagai berikut: Qd = jumlah penduduk tahun 2036 total kebutuhan air per orang per detik = (9217 jiwa x 90): 86.400 = 9,6 ltr/dt.

Tingkat konsumsi pelayanan sambungan rumah 5 jiwa/SR (diasumsikan 1 rumah berisi 5 orang), dikarenakan jumlah rumah yang sudah dihitung yaitu sejumlah 1.799 unit. Pelayanan kebutuhan air bersih pada tahun 2022 dapat dipenuhi 100% dari total jumlah penduduk. Kebutuhan air non domestik (Qn) diperhitungkan berdasarkan presentase dari kebutuhan domestik dengan kategori 10% untuk kategori Desa. Sehingga kebutuhan air non domestik (Qn) yaitu:

$$Q_n = 10\% \times Q_d$$

$$= 10\% \times 9,60 \text{ ltr/dt}$$

$$= 0,96 \text{ ltr/dt}$$

Total konsumsi:

$$Q = Q_d +$$

$$Q_n = 9,60 + 0,96$$

$$= 10,56 \text{ ltr/dt}$$

Kehilangan air untuk kategori desa sesuai SNI yaitu sebesar 20% dari produksi

$$= 20\% \times 10,56 \text{ ltr/dt}$$

$$= 2,64 \text{ ltr/dt.}$$

Kebutuhan Air Rata-rata (Qr)

$$Q_r = Q_d + Q_n + \text{Kehilangan Air}$$

$$= 9,60 + 0,96 + 2,64$$

$$= 13,20 \text{ ltr/dt}$$

Kebutuhan harian maksimum (Qpeak) adalah pemakaian tertinggi pada hari tertentu selama 1 tahun.

$$Q_{\text{peak}} = Q_r \times 1,1 \text{ (Faktor harian maksimum)}$$

$$= 13,20 \times 1,1$$

$$= 14,52 \text{ ltr/dt}$$

Fluktuasi pemakaian air pada setiap jam pada jam puncak pagi pukul 06.00

$$= Q_r \times 1,5 \text{ (faktor pada puncak)}$$

$$= 13,20 \times 1,5$$

$$= 19,80 \text{ ltr/dt}$$

D. Perhitungan Dimensi Reservoir

Volume pada reservoir di sumber 1

yaitu sebesar 39 m³, volume reservoir di sumber 2 yaitu sebesar 165 m³, sedangkan di sumber 3 sebesar 46 m³. Jika sudah didapatkan volume reservoir, langkah selanjutnya yaitu menghitung data ukur, untuk menentukan jaringan yang terdiri dari node, elevasi, jarak dan jumlah rumah pada jaringan perpipaan disetiap sumber air

Tabel 5 Analisa perencanaan reservoir.

Uraian	Satuan	Tahun Proyeksi Ke n			
		Tahun 2021	2026	2031	2036
Kebutuhan Air					
Sumber 1	Ltr/dt	2,02	2,04	2,05	2,07
Sumber 2	Ltr/dt	8,51	8,56	8,63	8,7
Sumber 3	Ltr/dt	2,37	2,39	2,41	2,43
- Rata-rata	Ltr/dt	12,90	12,99	13,09	13,20
- Harian Puncak	Faktor	1,1	1,1	1,1	1,1
Sumber 1	Ltr/dt	2,2	2,2	2,3	2,3
Sumber 3	Ltr/dt	2,6	2,6	2,7	2,7
Sumber 2	Ltr/dt	9,4	9,4	9,5	9,6
Sumber 3	Ltr/dt	2,6	2,6	2,7	2,7
	Ltr/dt	14,19	14,29	14,40	14,52
Sumber 1	m ³ /jam	8,00	8,08	8,12	8,20
Sumber 2	m ³ /jam	33,70	33,90	34,17	34,45
Sumber 3	m ³ /jam	9,39	9,46	9,54	9,62
	m ³ /jam	51,08	51,44	51,84	52,27
Sumber 1	m ³ /hari	191,98	193,8	194,8	196,7
Sumber 2	m ³ /hari	808,79	813,5	820,2	826,8

- Jam Puncak	Faktor	1,5	1,5	1,5	1,5
Sumber 1	Ltr/dt	3,03	3,06	3,08	3,11
Sumber 2	Ltr/dt	12,77	12,84	12,95	13,05
- Jam Puncak	Faktor	1,5	1,5	1,5	1,5
Sumber 1	Ltr/dt	3,03	3,06	3,08	3,11
Sumber 2	Ltr/dt	12,77	12,84	12,95	13,05
Sumber 3	Ltr/dt	3,56	3,59	3,62	3,65
Total	Ltr/dt	19,35	19,49	19,64	19,80
Kebutuhan Air Baku	Faktor	3,0	3,0	3,0	3,0
	Ltr/dt	42,57	42,87	43,20	43,56
Volume Reservoir 1	m ³	38,40	38,78	38,97	39,35
Volume Reservoir 2	m ³	161,76	162,71	164,04	165,37
Volume Reservoir 3	m ³	45,05	45,43	45,81	46,19
Total	m ³	245,20	246,91	248,81	250,91

Sumber : Perhitungan, 2022

E. Perhitungan Data Ukur Jaringan

Jaringan pertama terletak di dusun Oloh, dan jaringan ini mengairi sebagian besar di wilayah dusun Oloh. Untuk mengetahui jaringan, penulis mencari dari sumber internet berdasarkan Google Earth yang sebagaimana dicantumkan sebagai berikut:

1. Data Ukur Jaringan Pertama



Gambar 3 Peta jaringan perpipaan

Sumber: Google Earth, 2022

Jaringan ini memiliki total pipa sebesar 15 unit, total panjang pipa sebesar 2.039 meter, jumlah rumah yang diairi sebesar 282 unit, jumlah penduduk sejumlah 1.410 jiwa, dan total kebutuhan air sebesar 2,07 liter/detik. ini memiliki elevasi 338,4 meter diatas permukaan laut (mdpl), selisih 9 meter dengan elevasi pipa pertama yaitu sebesar 329,27 mdpl, sedangkan elevasi terendah dari jaringan ini yaitu sebesar 296,37 mdpl.

Tabel 6 Hasil Pengukuran Jaringan Pertama

No Patok			Node	Elevasi	Jarak	Jml Rumah
				(m)	(m)	(Unit)
			R	338,4		
R	-	1,0	1,0	329,3	36,0	0,0
1,0	-	2,0	2,0	327,2	80,0	5,0
2,0	-	3,0	3,0	323,8	115,0	17,0
3,0	-	4,0	4,0	321,6	123,0	13,0
4,0		5,0	5,0	309,6	307,0	62,0
5,0	-	6,0	6,0	296,4	277,0	29,0
			1,0	329,3		
1,0	-	12,0	12,0	328,3	110,0	14,0
12,0		13,0	13,0	323,1	195,0	46,0
			1,0	329,3		
1,0	-	15,0	15,0	331,1	160,0	10,0
			2,0	327,2		
2,0	-	10,0	10,0	326,0	62,0	12,0
			2,0	327,2		
2,0	-	11,0	11,0	326,6	70,0	13,0
			3,0	323,8		
3,0	-	9,0	9,0	321,1	160,0	25,0
			4,0	321,6		
4,0	-	8,0	8,0	314,1	157,0	7,0
			5,0	309,6		
5,0	-	7,0	7,0	308,5	95,0	10,0
			12,0	328,3		
12,0	-	14,0	14,0	331,3	92,0	19,0

Jml Layanan	Jml Pend 15 Thn	Keb. Air	Kebocoran 20%	Total Kebutuhan
(Jiwa)	Jiwa	lt/org/hari	lt/hr	lt/hari
0,0	0,0	90,0	22,5	112,5
25,0	25,6	90,0	22,5	112,5
85,0	87,1	90,0	22,5	112,5
65,0	66,6	90,0	22,5	112,5
310,0	317,6	90,0	22,5	112,5
145,0	148,5	90,0	22,5	112,5
70,0	71,7	90,0	22,5	112,5
230,0	235,6	90,0	22,5	112,5
50,0	51,2	90,0	22,5	112,5
60,0	61,5	90,0	22,5	112,5
65,0	66,6	90,0	22,5	112,5
125,0	128,1	90,0	22,5	112,5
35,0	35,9	90,0	22,5	112,5
50,0	51,2	90,0	22,5	112,5
95,0	97,3	90,0	22,5	112,5

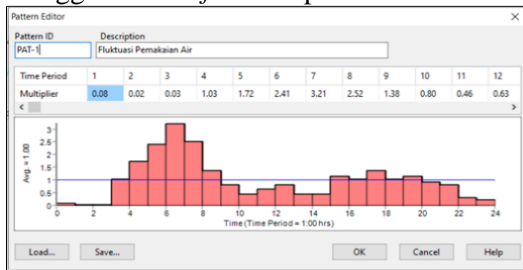
Keb. Air pd th 15	Q ND 10%	TOTAL Q	Faktor Jp (lt/dt)
lt/dt	lt/dt	lt/dt	1,5
0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,1
0,1	0,0	0,1	0,2
0,1	0,0	0,1	0,1
0,4	0,0	0,5	0,7
0,2	0,0	0,2	0,3
0,1	0,0	0,1	0,2

0,3	0,0	0,3	0,5
0,1	0,0	0,1	0,1
0,1	0,0	0,1	0,1
0,1	0,0	0,1	0,1
0,2	0,0	0,2	0,3
0,0	0,0	0,1	0,1
0,1	0,0	0,1	0,1
0,1	0,0	0,1	0,2

Sumber Perhitungan, 2022

F. Analisa Epanet

Hasil grafik dari analisis pattern menggunakan *software* Epanet:



Gambar 4 Analisis Fluktuasi Pemakaian Air

Sumber: *Software* Epanet 2.2

Pemakaian air minum tertinggi di Desa Lembengan yaitu pada jam 07.00, sedangkan pemakaian air minum terendah yaitu pada jam 02.00.

Tabel 7 Fluktuasi Pemakaian Air Setiap Jam

NO	Jam	Konsu msi Lt/hr	Mul tipli er
1	00.00	180	0,21
2	01.00	70	0,08
3	02.00	20	0,02
4	03.00	30	0,03
5	04.00	750	0,86
6	05.00	1200	1,38

7	06.00	1700	1,95
8	07.00	2100	2,41
9	08.00	1800	2,07
10	09.00	1200	1,38
11	10.00	700	0,80
12	11.00	400	0,46
13	12.00	550	0,63
14	13.00	600	0,69
15	14.00	400	0,46
16	15.00	500	0,57
17	16.00	1200	1,38
18	17.00	1500	1,72
19	18.00	1900	2,18
20	19.00	1400	1,61
21	20.00	950	1,09
22	21.00	800	0,92
23	22.00	700	0,80
24	23.00	267	0,31
Jumlah		20917	
Rata-rata:		871,54	
Per-detik:		0,24	

Sumber: Perhitungan, 2022

1. Analisis Epanet Jaringan Pertama

Jumlah pipa sebanyak 15 unit. Pipa berukuran 110 mm berjumlah 1 unit, pipa 90 mm berjumlah 1 unit, pipa 75 mm berjumlah 1 unit, pipa 63 mm berjumlah 3 unit, pipa 50 mm (1,5 inci) berjumlah 2 unit, pipa 40 mm (1,25 inci) berjumlah 3 unit dan pipa 32 mm berjumlah 4 unit. Velocity tertinggi pada pipa 4 sebesar 1,37 m/d, kecepatan aliran terendah yaitu pada pipa 13 sebesar 0,32 m/d

Tabel 8 Parameter Pipa di Jaringan Pertama

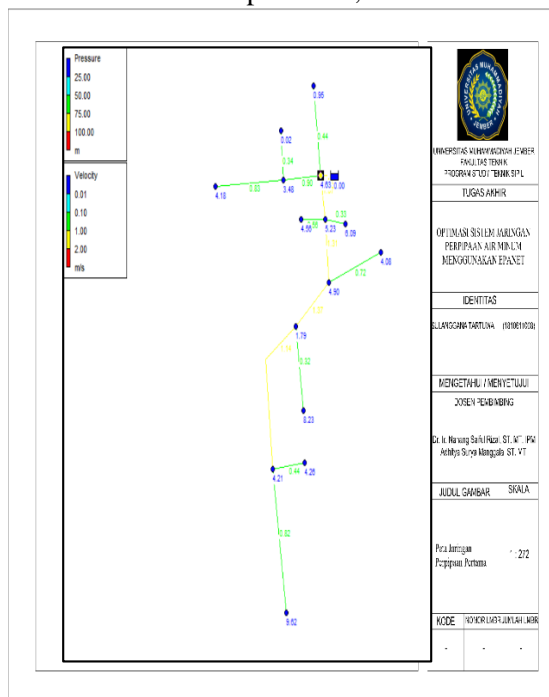
Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Status
Pipe Pipa1	38	110	120	9.98	1.05	13.85	0.027	Open
Pipe Pipa2	80	90	120	6.84	1.07	18.26	0.038	Open
Pipe Pipa3	115	75	120	5.78	1.31	32.49	0.038	Open
Pipe Pipa4	123	63	120	4.27	1.37	43.37	0.029	Open
Pipe Pipa5	307	63	120	3.56	1.14	31.03	0.029	Open
Pipe Pipa6	277	40	120	1.03	0.82	28.34	0.033	Open
Pipe Pipa7	110	63	120	2.79	0.90	19.76	0.030	Open
Pipe Pipa8	195	50	120	1.64	0.83	22.66	0.032	Open
Pipe Pipa9	160	32	120	0.35	0.44	11.63	0.038	Open
Pipe Pipa10	62	40	120	0.42	0.33	5.34	0.038	Open
Pipe Pipa11	70	32	120	0.45	0.56	18.18	0.037	Open
Pipe Pipa12	160	40	120	0.90	0.72	22.13	0.034	Open
Pipe Pipa13	157	32	120	0.26	0.32	6.45	0.040	Open
Pipe Pipa14	95	32	120	0.35	0.44	11.63	0.038	Open
Pipe Pipa15	92	50	120	0.67	0.34	4.38	0.036	Open

Sumber: *Software* Epanet 2.2, 2022

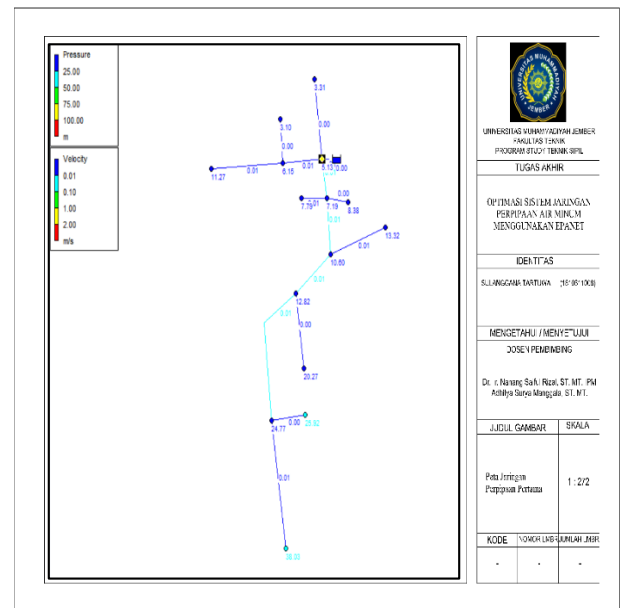
Tabel 49 Parameter Junction di Jaringan Pertama

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc Node1	329.27	0	0.00	333.90	4.63
Junc Node2	327.21	0.06	0.19	332.44	5.23
Junc Node3	323.8	0.19	0.61	328.70	4.90
Junc Node4	321.58	0.14	0.45	323.37	1.79
Junc Node5	309.63	0.68	2.18	313.84	4.21
Junc Node6	296.37	0.32	1.03	305.99	9.62
Junc Node7	308.48	0.11	0.35	312.74	4.26
Junc Node8	314.13	0.08	0.26	322.36	8.23
Junc Node9	321.08	0.28	0.90	325.16	4.08
Junc Node10	326.02	0.13	0.42	332.11	6.09
Junc Node11	326.61	0.14	0.45	331.17	4.56
Junc Node12	328.25	0.15	0.48	331.73	3.48
Junc Node13	323.13	0.51	1.64	327.31	4.18
Junc Node14	331.3	0.21	0.67	331.32	0.02
Junc Node15	331.09	0.11	0.35	332.04	0.95
Resvr R1	334.4	#N/A	-9.98	334.40	0.00

Sumber: Software Epanet 2.2, 2022



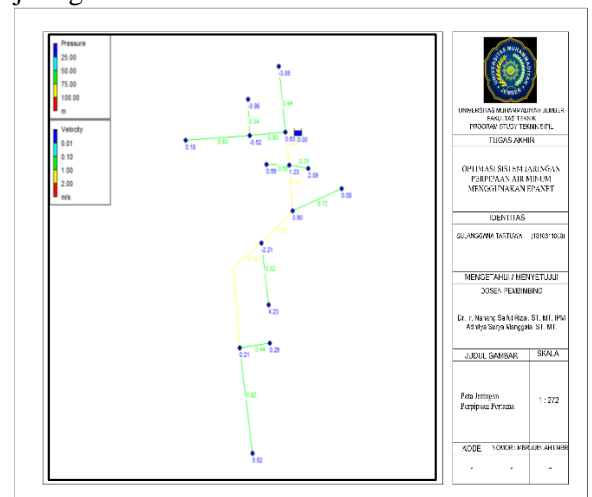
Gambar 5 Peta Jaringan Perpipaan Pertama pada Jam Konsumsi Tertinggi
 Sumber: Software Epanet 2.2, 2022



Gambar 6 Peta Jaringan Perpipaan Pertama pada Jam Konsumsi Terendah
 Sumber: Software Epanet 2.2, 2022

J. Optimalisasi Tinggi Menara Air

Reservoir pada jaringan pertama memiliki elevasi sebesar 330,4 meter diatas permukaan laut (mdpl), hanya selisih 1 meter antara elevasi node 1 yaitu sebesar 329,27 mdpl. Bila tinggi reservoir tetap demikian, maka tekanan air pada jaringan tidak terpenuhi dan terjadinya minus, serta akan memperbesar diameter pipa pada jaringan.



Gambar 7 Peta Jaringan Perpipaan Pertama Bila Tanpa Menara Air
 Sumber: Software Epanet 2.2, 2022
 Peta jaringan pertama pada node 15, 14 dan

12 didapati berupa pressure terjadi minus dan itu tidak memenuhi kebutuhan air. Maka dari itu, perlu ditambahkan elevasi tambahan berupa pengadaan menara air setinggi 4 meter seperti pada Gambar diatas, agar tekanan dan kecepatan aliran air tetap terjaga dan memenuhi standar hidrolika.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada Bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air minum di Desa Lembengan Ledokombo pada tahun 2021 yaitu sebesar 12,89 liter/detik. Sedangkan kebutuhan air minum proyeksi 15 tahun atau pada tahun 2036 yaitu sebesar 13,20 liter/detik. Apabila kebutuhan air minum dikonversikan dalam satuan jam hasilnya yaitu sebesar 47.520 liter/jam.
2. Kondisi eksisting berupa jumlah layanan perpipaan air minum di Desa Lembengan Ledokombo yaitu masih mencapai 30%. Setelah penulis melakukan survey, didapati kesimpulan bahwa sebagian besar masyarakat masih menggunakan air sumur pribadi, dengan kata lain masih belum memanfaatkan sumber mata air secara optimal.
3. Hasil dari analisis menggunakan software Epanet 2.2 sebagai berikut:
 - a. Jaringan Pertama:
 - Total panjang pipa (pipe) sebesar 2.039 meter
 - Total pipa (pipe) sebanyak 15 buah, sedangkan total node (*junction*) sebanyak 15 titik.
 - Kecepatan aliran (*velocity*) tertinggi sebesar 1,37 meter/detik
 - Kecepatan aliran (*velocity*) terendah sebesar 0,32 meter/detik
 - Sisa tekan (*pressure*) pada node tertinggi sebesar 9,62 meter
 - Sisa tekan (*pressure*) pada node terendah sebesar 0,02 meter
 - b. Jaringan Kedua:
 - Total panjang pipa (pipe) sebesar 11.160 meter

- Total pipa (pipe) sebanyak 31 buah, sedangkan total node (*junction*) sebanyak 31 titik.
- Kecepatan aliran (*velocity*) tertinggi sebesar 1,93 meter/detik.
- Kecepatan aliran (*velocity*) terendah sebesar 0,32 meter/detik
- Sisa tekan (*pressure*) pada node tertinggi sebesar 18,48 meter
- Sisa tekan (*pressure*) pada node terendah sebesar 0,84 meter

c. Jaringan Ketiga:

- Total panjang pipa (pipe) sebesar 3.326 meter
 - Total pipa (pipe) sebanyak 14 buah, sedangkan total node (*junction*) sebanyak 14 titik.
 - Kecepatan aliran (*velocity*) tertinggi sebesar 1,08 meter/detik - Kecepatan aliran (*velocity*) terendah sebesar 0,30 meter/detik
 - Sisa tekan (*pressure*) pada node tertinggi sebesar 19,05 meter
 - Sisa tekan (*pressure*) pada node terendah sebesar 2,27 meter
4. Dari ketiga jaringan tersebut semuanya menggunakan sistem gravitasi dengan reservoir berupa menara air setinggi 4 meter. Hal ini dilakukan karena pada elevasi tambahan 4 meter tersebut akan memenuhi standar hidrolika pada jaringan. Hasil analisis berupa simulasi Epanet diatas dapat disimpulkan bahwa pendistribusian air minum di Desa Lembengan sudah memenuhi syarat minimum kecepatan aliran yaitu kecepatan minimum 0,3 – 0,6 meter/detik dan kecepatan maksimum 3,0 – 4,5 meter/detik.

B. SARAN

Setelah Penulis melakukan penelitian ini, ada beberapa saran yang harus diketahui sebagai berikut:

1. Sumber mata air di Desa Lembengan ini diharapkan untuk melakukan pengujian kualitas air di Laboratorium terlebih dahulu, agar masyarakat yang mengkonsumsi air tersebut bisa terjamin keamanannya.

2. Sistem perpipaan air minum ini sebaiknya diterapkan dengan menggunakan Sistem Operasi Pemeliharaan (SOP) yang jelas, untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada pipa dan kedepannya perpipaan di Desa Lembengan Kecamatan Ledokombo terus menikmati ketersediaan air secara berkala.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Vitta. (2007). Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyumanik Di Perumnas Banyumanik (Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel. Spondol Wetan)
- Chandapillai, J., & Sudheer, KP. Saseendran, S. (2011). Design of Water Distribution Network for Equitable Supply. *Water Resources Management*, 26:391-406.
- Departemen Pekerjaan Umum RI Ditjen Cipta Karya. 2007 Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. No 10. (2009) Pedoman Konstruksi dan Bangunan
- Kusuma, Budi. (2018). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Dalam Evaluasi Kinerja Penyediaan Air Minum Perpipaan (Studi Kasus Sistem Lendah Kabupaten Kulon Progo)
- Lukenga, Walter. (2015). *Water Resource Management*. Munster: Walter Lukenga & bookboon.com
- Peraturan Pemerintah Nomor 122 tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum Permen PUPR No. 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum
- Novianti Siska, Delfi (2022) Perencanaan System Jaringan Air Bersih Di Desa Wringinagung Menggunakan Software Epanet.
- As'at, Moh. Rizki Haqiqi (2019) Perencanaan sistem transmisi dan distribusi air minum sumber mata air Wae Decer Kabupaten Manggarai menggunakan program Epanet 2.0.
- Lukenga, Walter. (2015). *Water Resource Management*. Munster: Walter Lukenga & bookboon.com
- Peraturan Pemerintah Nomor 122 tahun

2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum Permen PUPR No. 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum

Novianti Siska, Delfi (2022) Perencanaan System Jaringan Air Bersih Di Desa Wringinagung Menggunakan Software Epanet.

As'at, Moh. Rizki Haqiqi (2019) Perencanaan sistem transmisi dan distribusi air minum sumber mata air Wae Decer Kabupaten Manggarai menggunakan program Epanet 2.0.