

PERENCANAAN JARINGAN PIPA TRANSMISI DAN DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN KREMBUNG KABUPATEN SIDOARJO

Nur Izzah Elsa Nanda¹, Agus Suhardono², Ikrar Hanggara³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

Email: nurizzahelsananda@gmail.com¹, agus.suhardono@polinema.ac.id², ikrarhanggara@gmail.com³

ABSTRAK

Kecamatan Krembung (29,95 km²) merupakan salah satu Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo yang membutuhkan pelayanan distribusi air bersih. Hal ini disebabkan meningkatnya kebutuhan air bersih seiring pertumbuhan penduduk dan debit air yang berkurang pada musim kemarau. Sumber air baku yang dimanfaatkan berasal dari *Longstorage* Kalimati dengan debit 1.500 lt/detik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih di Kecamatan Krembung pada tahun 2035, dimensi jaringan pipa, analisis jaringan menggunakan EPANET 2.2, dimensi bangunan pelengkap. Data yang dibutuhkan jumlah penduduk tahun 2010-2020, data fasilitas umum, peta topografi, data debit sumber air, dan HSPK Sidoarjo 2021. Metode yang digunakan survei dan interview, menghitung proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatika, geometrik, dan eksponensial. Hasil kajian menunjukkan jumlah penduduk pada tahun 2035 sebanyak 93.306 jiwa, debit kebutuhan air bersih 0,162 m³/dt, pipa transmisi dan distribusi menggunakan pipa HDPE, pipa transmisi Ø16 inci sepanjang 1.555 m dan pipa distribusi Ø16 inci sepanjang 6.676,722 m, Ø14 inci sepanjang 2.007,325 m, Ø10 inci sepanjang 4.198,330 m, Ø8 inci sepanjang 9.465,057 m, Ø6 inci sepanjang 3.799,775 m, dan Ø4 inci sepanjang 2.720,424 m. Reservoir menara berdiameter 20 m tinggi 10,5 m.

Kata kunci : perencanaan, jaringan pipa, kebutuhan air.

ABSTRACT

29.95 km² Krembung is one of subdistrict in Sidoarjo District that requires clean water distribution services, due to increasing demands of clean water following population growth and reduced water discharge in dry season. The source of raw water used was from The Kalimati Longstorage with a discharge of 1,500 lt/s. The purpose of this thesis is to determine the projected population and the clean water demands of Krembung in 2035, determine the dimensions of the clean water pipeline network, make modeling and analyze pipeline network using EPANET 2.2, determine the dimensions of complementary buildings. The required data were the population of the last 2010-2020, public facilities, topographic maps, water source discharge, water source discharge, and Sidoarjo Unit Price 2021. The methods used were survey and interview. Population projection was determined through arithmetic, geometric, and exponential methods. The design resulted in 93,306 population in 2035; 0.162m³/s clean water demand; transmission and distribution pipes using HDPE pipes; 1,555m long transmission pipe Ø16 inch and distribution pipes were 6,676.722m long Ø16 inch; 2,007.325m long Ø14 inch; 4,198.330m long Ø10 inch; 9,465.057m long Ø8 inch; 3,770m long Ø6 inch; and 2,720.424m long Ø4 inch; Ø20m and 10.5m tall elevated reservoir.

Keywords : design, pipelines network, water demand.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan air bersih sangat penting untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sebagaimana dijelaskan dalam peraturan RI No 416/Menkes/PER/IX/1990. Seiring

pertumbuhan penduduk kebutuhan air semakin meningkat di suatu daerah. Keterbatasan ketersediaan air bersih mengakibatkan pelayanan penyediaan air yang belum maksimal dan merata, serta kontinuitas dalam pelayanan

penyediaan air masih kurang. Hal tersebut terjadi di Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo berdasarkan RISPAM Tahun 2018-2037. Menurut pengamatan di lapangan masyarakat Krembung masih menggunakan air sumur bor untuk kebutuhan sehari-hari, namun ketika musim kemarau sumur tersebut mengalami pengurangan debit dan kualitas air berkurang. Kecamatan Krembung sendiri termasuk kedalam rencana pembangunan SPAM Sidoarjo bagian barat dimana terdapat sumber air baku yaitu *Long storage* Kalimati yang akan dimanfaatkan sebagai sumber air baku pengolahan air PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo. Sehubungan dengan permasalahan di atas, perlu direncanakan sistem jaringan pipa air bersih yang tepat untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Krembung.

2. METODE

Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi penduduk digunakan untuk memperkirakan penambahan atau pengurangan jumlah penduduk dalam suatu desa atau pada suatu daerah. Menentukan rasio laju pertumbuhan penduduk digunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \left(\frac{\text{penduduk}(n) - \text{penduduk}(n-1)}{\text{penduduk}(n-1)} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Metode proyeksi jumlah penduduk digunakan rumus sebagai berikut:

Metode Aritmatika

$$P_t = P_o (1 + r \times t) \quad (2)$$

Metode Geometrik

$$P_t = P_o (1+r)^t \quad (3)$$

Metode Eksponensial

$$P_t = P_o \times e^{r \cdot t} \quad (4)$$

Kebutuhan Air

a) Kebutuhan Air Domestik (Qd)

Kebutuhan air domestik merupakan kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga. Kebutuhan air domestik dapat dilihat berdasarkan kategori dalam standar Dirjen Cipta Karya DPU. Perhitungan kebutuhan air domestik dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Suhardono et al. 2019:57):

Sambungan Rumah (SR)

$$\text{Jumlah penduduk terlayani} \times \text{konsumsi SR} \times \text{prosentase} \quad (5)$$

Hidran Umum (HU)

$$\text{Jumlah penduduk terlayani} \times \text{konsumsi SR} \times \text{Prosentase} \quad (6)$$

Air Domestik

$$Q_d = SR + HU \quad (7)$$

b) Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang berasal dari fasilitas umum atau fasilitas sosial pada tahun proyeksi. Standar kebutuhan air domestik mengacu peraturan Kriteria Perencanaan Dirjen Cipta Karya DPU. Berikut rumus perhitungan proyeksi fasilitas umum:

$$f_n = \frac{\text{jumlah penduduk tahun ke-n}}{\text{jumlah penduduk awal}} \times \text{fasilitas tahun ke-n} \quad (8)$$

Perhitungan kebutuhan air non domestik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Suhardono et al. 2019:57):

$$Q_{nd} = \Sigma \text{Fasilitas umum} \times \text{Nilai konsumsi} \quad (9)$$

c) Kebutuhan Harian Rata-rata (Qrt)

Kebutuhan harian rata-rata (Qrt) merupakan jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan non-domestik (Suhardono et al. 2019:58).

$$Q_{rt} = Q_d + Q_{nd} \quad (10)$$

d) Kehilangan Air (Qha)

Besarnya kehilangan air menurut (DPU Dirjen Cipta Karya, 2000) ditetapkan sebesar 20-30% kebutuhan harian rata-rata. Berikut rumus perhitungan kehilangan air (Suhardono et al. 2019:58):

$$Q_{ha} = 20-30\% \times (Q_d + Q_{nd}) \quad (11)$$

Keterangan:

e) Kebutuhan Air Rencana (Qr)

Kebutuhan debit rencana air bersih diperoleh berdasarkan akumulasi kebutuhan domestik, kebutuhan non domestik, dan kehilangan air. Berikut persamaan debit rencana kebutuhan air bersih (Suhardono et al. 2019:58):

$$Q_r = Q_d + Q_{nd} + Q_{ha} \quad (12)$$

f) Kebutuhan Air Jam Puncak (Qpeak)

Fluktuasi kebutuhan air pada jam puncak dapat dicari dengan rumus berikut (Permen PU No.27/RT/M/2016):

$$Q_{peak} = Q_r \times \text{Faktor jam puncak} \quad (13)$$

g) Kebutuhan Air Harian Maksimal (Qmax)

Fluktuasi kebutuhan air harian maksimal dapat dicari dengan rumus berikut (Permen PU No.27/RT/M/2016):

$$Q_{max} = Q_r \times \text{Faktor harian maksimal} \quad (14)$$

Dimensi Pipa

Perhitungan dimensi pipa dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}} \quad (15)$$

Analisis Hidrolika

a) Hukum kontinuitas

Menurut Triatmodjo (1993:136) hukum kontinuitas dapat dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$Q_{masuk} = Q_{keluar} \quad (16)$$

$$V_1 \times A_1 = V_2 \times A_2 \quad (17)$$

Atau

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 + A_3 V_3 \quad (18)$$

b) Hukum Bernoulli

$$z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + hf \quad (19)$$

EPANET 2.2

EPANET adalah sebuah program komputer yang dapat mensimulasikan hidraulik dan perilaku kualitas air dalam suatu jaringan pipa distribusi air minum. (EPANET 2.2 User Manual EPA/600/R-20/133:1).

Luaran yang dihasilkan dari program EPANET antara lain debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air dari

masing-masing titik/node yang dapat dipakai sebagai analisis dalam menentukan operasi instalasi, pompa, dan reservoir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan sistem jaringan pipa transmisi dan distribusi air bersih ini berada di Kecamatan Krembung Kabupaten Sidoarjo.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk yang digunakan untuk menghitung laju pertumbuhan jumlah penduduk yaitu data dari tahun 2010 – 2020. Berikut merupakan langkah perhitungan rata – rata pertumbuhan penduduk Kecamatan Krembung sebagai contoh Desa Wonomlati.

$$r = \left(\frac{\text{penduduk 2011} - \text{penduduk 2010}}{\text{penduduk 2010}} \right) \times 100\%$$

$$r_{2011} = \left(\frac{5.109 - 3.066}{3.066} \right) \times 100\%$$

$$r_{2011} = 0,666 \sim 66,63\%$$

Setelah diperoleh nilai laju pertumbuhan penduduk, menghitung rata – rata pertumbuhan berdasarkan jumlah tingkat pertumbuhan penduduk tiap tahun.

$$r_{\text{rata-rata}} = \frac{\text{jumlah rata-rata pertumbuhan}}{\text{jumlah data}}$$

$$r_{\text{rata-rata}} = \frac{0,666 + 0,001 + 0,002 - 0,001 + 0,043 + 0,026 + 0,020 + 0,022 + -0,041 + -0,092}{10}$$

$$r_{\text{rata-rata}} = 0,065 \sim 6,468\%$$

Nilai laju pertumbuhan penduduk digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk menggunakan tiga metode yaitu, metode aritmatik, geometrik, dan eksponensial. Penentuan metode hasil proyeksi penduduk paling tepat adalah metode yang memberikan nilai standar deviasi paling kecil. Hasil perhitungan proyeksi penduduk Kecamatan Krembung tahun 2035 dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Jumlah Penduduk Kecamatan Krembung Tahun 2035

No	Desa	r rata-rata (%)	Penduduk tahun 2035 (jiwa)
1	Tambakrejo	4,111%	10.899
2	Keper	2,063%	4.253
3	Kedungsumur	2,722%	5.007
4	Kedungrawan	1,811%	4.070
5	Tanjegwagir	1,608%	4.838
6	Mojaruntut	-0,729%	5.287
7	Gading	4,468%	4.788
8	Wangkal	1,143%	4.990
9	Jenggot	1,068%	3.193
10	Waung	3,824%	3.301
11	Ploso	1,021%	3.383
12	Rejeni	3,024%	6.559
13	Kandangan	-0,662%	2.326
14	Krembung	1,226%	5.744
15	Lemujut	1,193%	3.301
16	Cangkring	1,833%	4.024
17	Keret	2,174%	6.128
18	Wonomlati	6,468%	9.802
19	Balonggarut	0,526%	1.411
Jumlah			93.306

Sumber: Hasil Perhitungan

Kebutuhan Air

Kebutuhan Air Domestik (Qd)

Nilai kebutuhan domestik didasarkan pada kebutuhan air rumah tangga. Berikut contoh perhitungan Qd pada Desa Wonomlati tahun 2035.

$$Qd = Q_{SR} + Q_{HU}$$

$$= 7,147 + 0,919 \text{ lt/dt}$$

$$= 8,066 \text{ lt/dt}$$

Hasil perhitungan kebutuhan air domestik untuk seluruh Kecamatan Krembung dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Krembung Tahun 2035

Desa	Jumlah Penduduk Terlayani (90%)	Qd (lt/hr)		Qd (lt/dt)
		QSR (lt/dt)	QH _U (lt/dt)	
Tambakrejo	9810	7,948	1,022	8,970
Keper	3828	3,101	0,399	3,500
Kedungsumur	4507	3,652	0,469	4,121
Kedungrawan	3664	2,969	0,382	3,350
Tanjegwagir	4355	3,528	0,454	3,982
Mojaruntut	4759	3,856	0,496	4,351
Gading	4310	3,492	0,449	3,941
Wangkal	4492	3,639	0,468	4,107
Jenggot	2874	2,328	0,299	2,628
Waung	2972	2,408	0,310	2,717
Ploso	3046	2,468	0,317	2,785
Rejeni	5903	4,783	0,615	5,397
Kandangan	2094	1,697	0,218	1,915
Krembung	5170	4,189	0,539	4,727
Lemujut	2972	2,408	0,310	2,717
Cangkring	3622	2,934	0,377	3,312
Keret	5515	4,468	0,574	5,043
Wonomlati	8822	7,147	0,919	8,066
Balonggarut	1271	1,030	0,132	1,162
Total	83.986	68,044	8,749	76,793

Sumber: Hasil Perhitungan

Kebutuhan Air Non Domestik (Qnd)

Nilai Q non domestik didapatkan dari jumlah fasilitas umum maupun fasilitas sosial yang telah diproyeksikan sesuai tahun proyeksi. Contoh perhitungan proyeksi masjid di Desa Wonomlati.

$$\text{Penduduk tahun 2020} = 4.975 \text{ jiwa}$$

$$\text{Penduduk tahun 2035} = 9.802 \text{ jiwa}$$

$$\text{Jumlah masjid (fo)} = 2 \text{ unit}$$

$$fn = \frac{9.802}{4.975} \times 2$$

$$fn = 4 \text{ unit}$$

$$Qnd = \text{Jumlah fasilitas} \times \text{tingkat pemakaian air} / (24 \times 3.600)$$

$$= 4 \times 3.000 \text{ lt/hari} / (24 \times 3.600)$$

$$= 0,139 \text{ lt/dt.}$$

Kebutuhan Air Harian Rata-Rata (Qrt)

Nilai kebutuhan harian rata-rata merupakan akumulasi kebutuhan domestik dan non domestik. Contoh perhitungan Qrt di Desa Wonomlati tahun 2035.

$$\begin{aligned} Q \text{ Harian Rata-Rata} &= Qd + Qnd \\ &= 8,066 + 1,111 \text{ lt/dt} \\ &= 9,178 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Kehilangan Air (Qha)

Perhitungan kehilangan air di hitung dari nilai 20-30% Q rata-rata. Berikut contoh perhitungan kehilangan air di Desa Wonomlati tahun 2035.

$$\begin{aligned} \text{Kehilangan air} &= 20\% \times (Qd+Qnd) \\ \text{QHA} &= 20\% \times (8,066 + 1,111) \\ &= 1,836 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Kebutuhan Air Rencana

Kebutuhan debit rencana air bersih dihitung berdasarkan **Rumus 12**. Berikut contoh perhitungan Qr di Desa Wonomlati tahun 2035.

$$\begin{aligned} Qr &= Qd+Qnd+Qha \\ &= 8,066 + 1,111 + 1,836 \\ &= 11,013 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Berikut rekapitulasi kebutuhan air nondomestik, Q rata-rata, Qkehilangan air, dan Q rencana seluruh desa di Kecamatan Krembung Tahun 2035 dalam **Tabel 3**.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Qnd, Qrt, Qha, dan Qr

Desa	Qnd (lt/dt)	Qrt (lt/dt)	Q ha (lt/dt)	Qr (lt/dt)
Tambakrejo	1,011	9,981	1,996	11,977
Keper	0,487	3,987	0,797	4,784
Kedungsumur	0,524	4,645	0,929	5,574
Kedungrawan	0,619	3,969	0,794	4,763
Tanjegwagir	0,730	4,712	0,942	5,654
Mojujuntut	0,968	5,319	1,064	6,383
Gading	0,625	4,566	0,913	5,479
Wangkal	0,668	4,775	0,955	5,731
Jenggut	0,711	3,339	0,668	4,007
Waung	0,408	3,126	0,625	3,751
Ploso	0,562	3,347	0,669	4,016
Rejeni	1,340	6,737	1,347	8,085
Kandangan	0,332	2,247	0,449	2,696
Kremlung	1,269	5,996	1,199	7,196
Lemujut	0,564	3,282	0,656	3,938
Cangkring	0,343	3,655	0,731	4,386
Keret	0,716	5,759	1,152	6,910
Wonomlati	1,111	9,178	1,836	11,013
Balonggarut	0,274	1,436	0,287	1,723
Total	13,262	90,054	18,011	108,065

Sumber: Hasil Perhitungan

Kebutuhan Air Jam Puncak (Qpeak)

$$\begin{aligned} Qpeak &= Qr \times \text{nilai faktor jam puncak} \\ &= 11,013 \text{ lt/dt} \times 1,5 \\ &= 16,250 \text{ lt/dt} \\ &= 0,017 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Kebutuhan Air Harian Maksimal (Qmax)

$$\begin{aligned} Qmax &= Qr \times \text{nilai faktor hari maksimum} \\ &= 11,013 \text{ lt/dt} \times 1,1 \\ &= 12,115 \text{ lt/dt} \\ &= 0,012 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Berikut rekapitulasi kebutuhan air seluruh desa di Kecamatan Kremlung Tahun 2035 dalam **Tabel 4**.

Tabel 4. Kebutuhan Air Kecamatan Kremlung Tahun 2035

Desa	Qpeak (m3/dt)	Qmax (m3/dt)
Tambakrejo	0,018	0,013
Keper	0,007	0,005
Kedungsumur	0,008	0,006
Kedungrawan	0,007	0,005
Tanjegwagir	0,008	0,006
Mojujuntut	0,010	0,007
Gading	0,008	0,006
Wangkal	0,009	0,006
Jenggut	0,006	0,004
Waung	0,006	0,004
Ploso	0,006	0,004
Rejeni	0,012	0,009
Kandangan	0,004	0,003
Kremlung	0,011	0,008
Lemujut	0,006	0,004
Cangkring	0,007	0,005
Keret	0,010	0,008
Wonomlati	0,017	0,012
Balonggarut	0,003	0,002
Total	0,162	0,119

Sumber: Hasil Perhitungan

Dimensi Pipa

Perhitungan dimensi pipa menggunakan **Rumus 15**, berikut ini contoh perhitungan dimensi pipa pada node 1-2:

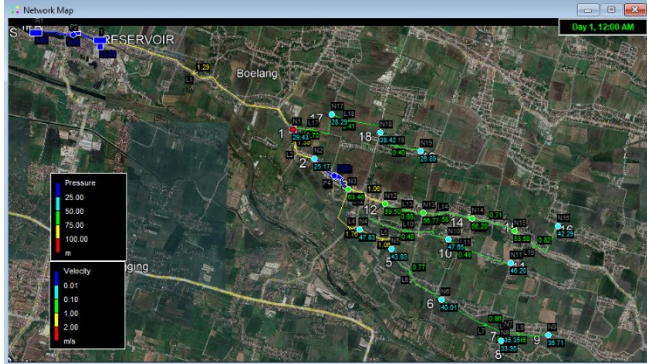
$$\begin{aligned} Dmin &= \sqrt{\frac{4 \times 0,1337}{4,5 \times \pi}} & Dmax &= \sqrt{\frac{4 \times 0,1337}{0,3 \times \pi}} \\ &= 0,184 \text{ m} & &= 0,753 \text{ m} \end{aligned}$$

Pada node 1-2, dari hasil perhitungan Dmin dan Dmax, penentuan Dpakai yaitu Dmin < Dpakai < Dmax, maka diameter yang dipakai adalah 0,400 m atau 16 inci.

Simulasi dan Analisis Jaringan Pipa menggunakan EPANET 2.2

Jaringan pipa disimulasikan sesuai dengan kondisi normal rencana dan fluktuasi air selama 24 jam menggunakan *software* EPANET 2.2. Berikut simulasi jaringan pipa transmisi dan distribusi di Kecamatan

Krebung Kabupaten Sidoarjo pada Gambar 1.



Gambar 1. Simulasi Jaringan Air Bersih Kecamatan Krebung Tahun 2035

Sumber: Software EPANET 2.2

Pada analisis perhitungan jaringan pipa air bersih menggunakan software EPANET 2.2, node parameter untuk setiap node memenuhi syarat minimum tekanan (*pressure*) yaitu lebih dari 10 dan kurang dari 100m, sedangkan untuk link parameter, nilai kecepatan sesuai dengan Peraturan Menteri PU No. 27/RT/M/2016, syarat kecepatan 0,3–4,5m/dt. Hasil analisis perhitungan jaringan pipa transmisi dan distribusi di Kecamatan Krebung sebagai berikut:

Tabel 5. Node Parameter Jaringan Air Bersih Kecamatan Krebung

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc N1	9.870	6.438	39.30	29.43
Junc N2	9.813	6.141	34.99	25.17
Junc N3	9.088	7.833	72.49	63.40
Junc N4	10.514	19.489	58.35	47.83
Junc N5	10.108	13.950	53.94	43.83
Junc N6	10.011	10.760	50.02	40.01
Junc N7	8.853	6.237	44.20	35.35
Junc N8	9.389	12.955	43.33	33.95
Junc N9	6.008	7.898	42.72	36.71
Junc N10	7.866	6.621	55.51	47.65
Junc N11	6.653	8.477	52.85	46.20
Junc N12	8.492	5.665	67.99	59.50
Junc N13	7.813	9.308	64.59	56.77
Junc N14	6.395	5.842	62.60	56.20
Junc N15	5.496	6.057	59.07	53.58
Junc N16	5.414	6.467	47.70	42.29
Junc N17	7.864	9.208	36.16	28.29
Junc N18	6.553	9.605	34.97	28.42
Junc N19	5.765	3.147	32.65	26.89
Resvr R1	42.5	#N/A	42.50	0.00

Sumber: Software EPANET 2.2

Tabel 6. Link Parameter Jaringan Air Persih Kecamatan Krebung

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe L2	952.275	350	133.70	1.39	4.53
Pipe L5	1093.604	250	51.80	1.06	4.03
Pipe L6	1742.610	250	37.85	0.77	2.25
Pipe L7	1618.542	200	27.09	0.86	3.59
Pipe L8	232.229	150	12.95	0.73	3.72
Pipe L9	992.591	150	7.90	0.45	1.49
Pipe L10	2327.667	200	15.10	0.48	1.22
Pipe L15	1007.730	150	12.52	0.71	3.50
Pipe L16	1534.459	100	6.47	0.82	7.41
Pipe L18	1331.454	200	12.75	0.41	0.89
Pipe L19	1185.964	100	3.15	0.40	1.95
Pipe L12	852.567	200	33.34	1.06	5.28
Pipe L13	909.687	200	27.67	0.88	3.74
Pipe L14	1135.439	200	18.37	0.58	1.75
Pipe L11	1567.225	150	8.48	0.48	1.70
Pipe L1	5122	400	162.10	1.29	3.38
Pipe L4	1362.116	250	86.39	1.76	10.38
Pipe L17	1289.702	200	21.96	0.70	2.44
Pump P1	#N/A	#N/A	260.95	0.00	-14.09
Pump P2	#N/A	#N/A	260.95	0.00	-14.09
Pump P3	#N/A	#N/A	63.78	0.00	-37.50
Pump P4	#N/A	#N/A	63.78	0.00	-37.50

Sumber: Software EPANET 2.2

Perhitungan Reservoir

Dimensi reservoir merupakan perhitungan besarnya volume reservoir yang dibutuhkan untuk menampung kebutuhan air bersih. Adapun perhitungan reservoir sebagai berikut:

Kebutuhan air harian = 10.270,529 m³/hari
 Jam pemompaan rencana = 8 jam
 Total debit pemompaan = 10.270,529 m³/hari
 Suplai air masuk tiap jam = 10.270,529 / 8
 = 1.283,816 m³/jam

Berdasarkan grafik fluktuasi kebutuhan air bersih dari DPU Dirjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih didapatkan nilai *load factor* pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Pehitungan Fluktuasi Pemakaian dan Suplai Pompa Reservoir

Waktu (jam)	Load factor	Rekap persen pemakaian air	Suplai pompa (m3)
0			
00.00 - 01.00	0,30	1,25%	0
01.00 - 02.00	0,37	1,54%	0
02.00 - 03.00	0,45	1,88%	0
03.00 - 04.00	0,64	2,67%	0
04.00 - 05.00	1,15	4,80%	0
05.00 - 06.00	1,40	5,84%	1284
06.00 - 07.00	1,53	6,38%	1284
07.00 - 08.00	1,56	6,51%	1284
08.00 - 09.00	1,41	5,88%	1284
09.00 - 10.00	1,38	5,75%	0
10.00 - 11.00	1,27	5,30%	0
11.00 - 12.00	1,20	5,00%	0
12.00 - 13.00	1,14	4,75%	0
13.00 - 14.00	1,17	4,88%	0
14.00 - 15.00	1,18	4,92%	1284
15.00 - 16.00	1,22	5,09%	1284
16.00 - 17.00	1,31	5,46%	1284
17.00 - 18.00	1,38	5,75%	1284
18.00 - 19.00	1,25	5,21%	0

19.00 - 20.00	0,98	4,09%	0
20.00 - 21.00	0,62	2,59%	0
21.00 - 22.00	0,45	1,88%	0
22.00 - 23.00	0,37	1,54%	0
23.00 - 24.00	0,25	1,04%	0
Jumlah	23,98	100%	10271

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan kapasitas berguna pada reservoir dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Perhitungan Kapasitas Berguna pada Reservoir

Waktu (jam)	Pemakaian air (m3)	Volume Air Dalam Reservoir (m3)
0		x
00.00 - 01.00	128,489	x+
01.00 - 02.00	158,469	x+
02.00 - 03.00	192,733	x+
03.00 - 04.00	274,109	x+
04.00 - 05.00	492,540	x+
05.00 - 06.00	599,614	x+
06.00 - 07.00	655,292	x+
07.00 - 08.00	668,141	x+
08.00 - 09.00	603,897	x+
09.00 - 10.00	591,048	x+
10.00 - 11.00	543,935	x+
11.00 - 12.00	513,955	x+
12.00 - 13.00	488,257	x+
13.00 - 14.00	501,106	x+
14.00 - 15.00	505,389	x+
15.00 - 16.00	522,521	x+
16.00 - 17.00	561,067	x+
17.00 - 18.00	591,048	x+
18.00 - 19.00	535,370	x+
19.00 - 20.00	419,730	x+
20.00 - 21.00	265,543	x+
21.00 - 22.00	192,733	x+
22.00 - 23.00	158,469	x+
23.00 - 24.00	107,074	x+
Jumlah	10271	

Sumber: Hasil Perhitungan

Volume minimal = $x - 1.276,321 \text{ m}^3$ (nilai volume terkecil)

Pada volume minimal bak tepat kosong

$$= x - 1.276,321 \text{ m}^3$$

$$X = 1.276,321 \text{ m}^3$$

Volume *max* = $x + 1.678,919$ (nilai volume terbesar)

Kapasitas berguna minimal

$$= \text{Volume minimal} + \text{volume maksimum}$$

$$= 1.276,321 \text{ m}^3 + 1.678,919 \text{ m}^3$$

$$= 2.955,240 \text{ m}^3$$

Dimensi reservoir menara

Diameter = 20 m

$$\pi = 3,141592654$$

Tinggi kapasitas berguna = 10 m

Kapasitas berguna = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$

$$= \frac{1}{4} \times 3,1415 \times 20^2 \times 10$$

$$= 3.141,593 \text{ m}^3$$

Perhitungan dimensi reservoir diperlukan kapasitas mati reservoir 0,2 m dan tinggi ruang udara 0,3 m maka dimensi reservoir didapatkan.

Diameter = 20 m

Tinggi reservoir = $10 + (0,2 + 0,3)$

$$= 10,5 \text{ m}$$

Volume reservoir = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$

$$= \frac{1}{4} \times 3,1415 \times 20^2 \times 10,5$$

$$= 3.298,672 \text{ m}^3$$

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari perencanaan jaringan pipa transmisi dan distribusi air bersih Kecamatan Krembung Kabupaten Sidoarjo sebagai berikut:

1. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2035 di Kecamatan Krembung Kabupaten Sidoarjo 93.306 jiwa.
2. Kebutuhan air bersih di Kecamatan Krembung pada tahun 2035 sebesar 0,162 m³/detik.
3. Dimensi pipa air bersih di Kecamatan Krembung Kabupaten Sidoarjo untuk pipa transmisi menggunakan pipa HDPE berdiameter 16 inci sepanjang 1.555 m, dan pipa distribusi menggunakan pipa HDPE dengan rincian diameter dan panjang pipa sebagai berikut:
Diameter 16 inci sepanjang 6.676,722 m,
Diameter 14 inci sepanjang 2.007,325 m,
Diameter 10 inci sepanjang 4.198,330 m,
Diameter 8 inci sepanjang 9.465,057 m,
Diameter 6 inci sepanjang 3.799,775 m, dan
Diameter 4 inci sepanjang 2.720,424 m.
4. Analisis sisa tekan pada jaringan pipa transmisi dan distribusi terdapat tekanan yang belum memenuhi pada jam puncak sehingga harus ditambahkan pompa untuk memenuhi sisa tekan.
5. Dimensi reservoir *Elevated* Reservoir dengan ketinggian 35 m, diameter 20 m dan kedalaman 10,5 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adieotomo, S & O.B. Samosir, *Dasar-Dasar Demografi*, Edisi 2. Jakarta: Salemba Empat, 2010.
- [2] [BSN] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 7511-2011. Tata cara pemasangan pipa transmisi dan pipa distribusi serta bangunan pelintas pipa," Jakarta, 2011.
- [3] Dirjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum Tentang Pengembangan SPAM. 2000.
- [4] Ibrahim, Bachtiar. *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta : Bumi Aksara: 1993.
- [5] Pemerintah Kabupaten Sidoarjo, "Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Sidoarjo Tahun 2018-2037," Sidoarjo, 2019.
- [6] Suhardono, A, dkk. *Modul Ajar Pengelolaan Air Bersih Dan Air Kotor*. Malang: Politeknik Negeri Malang, 2019.
- [6] Triatmojo, *Hidraulika I*. Yogyakarta : Beta Offset, 1993.