

## PERENCANAAN JARINGAN PIPA AIR BERSIH KECAMATAN PRAMBON KABUPATEN SIDOARJO PROPINSI JAWA TIMUR

Muhamad Fikri Imanullah<sup>1</sup>, Moh. Charits<sup>2</sup>, Medi Efendi<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>

Email: [fikriiman298@gmail.com](mailto:fikriiman298@gmail.com)<sup>1</sup>, [moh.charits@polinema.ac.id](mailto:moh.charits@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [medipolinema@gmail.com](mailto:medipolinema@gmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Masyarakat pada Kecamatan Prambon masih belum mendapatkan pelayanan domestik dari PDAM. Dengan pesatnya pertumbuhan penduduk serta properti yang selaras dengan kebutuhan air bersih, maka perlu dilakukan perencanaan jaringan pipa air bersih dengan memanfaatkan sumber air terdekat dengan Kecamatan Prambon. Adapun langkah yang harus dilakukan yaitu dimulai dari perhitungan proyeksi penduduk dan fasilitas umum, menghitung kebutuhan air, menganalisa ketersediaan air, mendesain jaringan pipa transmisi dan distribusi air bersih, menganalisa hidrolika perpipaan, menghitung dimensi reservoir. Berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk pada tahun rencana didapatkan hasil yaitu sebanyak 104082 jiwa. Jumlah kebutuhan air bersih rata-rata yang wajib dipenuhi adalah sejumlah 135,701 L/detik. Penggunaan pipa berjenis HDPE dengan diameter untuk pipa transmisi air bersih berukuran 14 inci dan pipa distribusi air bersih berukuran 16 inci, 14 inci, 12 inci, 10 inci, 8 inci, 6 inci, 5 inci.

**Kata kunci:** air bersih; jaringan pipa; perencanaan

### ABSTRACT

*The community in Prambon Sub-district still has not received domestic services from PDAM. With the rapid population growth and properties that are in line with the need for clean water, it is necessary to plan a clean water pipeline network by utilizing the water source closest to Prambon District. The steps that must be taken are starting from calculating population projections and public facilities, calculating water needs, analyzing water availability, designing clean water transmission and distribution pipelines, analyzing pipeline hydraulics, calculating reservoir dimensions. Based on the results of the projected population in the planning year, the results are as many as 104082 people. The average amount of clean water that must be met is 135,701 L/second. The use of HDPE type pipes with diameters for clean water transmission pipes measuring 14 inches and clean water distribution pipes measuring 16 inches, 14 inches, 12 inches, 10 inches, 8 inches, 6 inches, 5 inches.*

**Keywords:** clean water; pipeline; planning

### 1. PENDAHULUAN

Terdapat beberapa kecamatan yang berlokasi di wilayah barat Kabupaten Sidoarjo, salah satunya adalah Kecamatan Prambon. Mayoritas masyarakat yang berada pada wilayah tersebut masih memanfaatkan sumur-sumur bor untuk memperoleh air tanah yang kemudian dipergunakan dalam memenuhi kebutuhan air bersih. Sumur-sumur bor tersebut dimanfaatkan dengan kondisi yang kurang memadai yang terkadang timbul berbagai masalah sehingga mengakibatkan warga kesulitan untuk memperoleh air bersih. Hal tersebut

terjadi karena warga di Kecamatan Prambon masih belum mendapatkan pelayanan domestik dari PDAM [1].

Dengan lajunya pertumbuhan penduduk dan properti pada daerah tersebut, maka dibutuhkan perencanaan jaringan pipa air bersih yang bertujuan untuk mendukung pelaksanaan penyediaan air bersih serta peningkatan pelayanan kebutuhan air bersih yang disalurkan ke tiap-tiap desa sehingga masyarakat mendapatkan kemudahan dalam memperoleh air bersih dan terjaga hingga tahun-tahun yang akan datang.

**2. METODE**

**Proyeksi Jumlah Penduduk**

Proyeksi penduduk bermanfaat untuk merencanakan berbagai pembangunan ditingkat nasional maupun tingkat lokal. Proyeksi penduduk memakai metode matematik yakni metode aritmatika, metode geometrik, dan metode eksponensial [2]. Dalam menentukan rasio laju pertumbuhan penduduk dapat menggunakan rumus umum sebagai berikut:

$$r_{(a-b)} = \frac{\Sigma \text{ penduduk tahun b} - \Sigma \text{ penduduk tahun a}}{\Sigma \text{ penduduk tahun a}} \times 100\% \dots\dots(1)$$

Metode aritmatika diasumsikan pertumbuhan penduduk secara konstan setiap tahun. Metode geometrik memakai dasar perhitungan bunga majemuk, sedangkan metode eksponensial digambarkan pertumbuhan penduduk secara sedikit-sedikit di sepanjang tahun [3]. Berikut adalah rumus yang digunakan:

a. Metode aritmatika

$$P_t = P_0 (1+n.r) \dots\dots\dots(2)$$

b. Metode geometrik

$$P_t = P_0 (1+r)^n \dots\dots\dots(3)$$

c. Metode eksponensial

$$P_t = P_0 \times e^{r.n} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

$P_t$  = Jumlah penduduk di akhir periode t (orang)

$P_0$  = Jumlah penduduk di awal periode t (orang)

r = Tingkat pertumbuhan penduduk

n = Jangka waktu atau tahun proyeksi

e = Bilangan eksponensial (2,7182818)

Kemudian dilanjutkan menghitung nilai standar deviasi dari ketiga metode tersebut, lalu diambil nilai standar deviasi terkecil untuk kemudian digunakan dalam menentukan nilai proyeksi penduduk pada tahun proyeksi atau pada umur tahun rencana.

**Kebutuhan Air Bersih**

a. Kebutuhan air domestik

Konsumsi perkapita serta jumlah penduduk mempengaruhi kebutuhan air domestik (Qd). Sejarah populasi serta perencanaan pengembangan tata ruang kabupaten mempengaruhi laju pertumbuhan [4]. Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$Qd = SR + HU \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

Qd = Kebutuhan air domestik (L/detik)

SR = Sambungan rumah (L/detik)

HU = Hidran umum (L/detik)

b. Kebutuhan air non domestik

Kebutuhan air bersih untuk prasarana maupun sarana daerah yang diidentifikasi ada ataupun bakal ada yang didasarkan pada perencanaan tata ruang merupakan kebutuhan air non domestik (Qnd) [5]. Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$Qnd = \Sigma \text{ Fasilitas umum} \times \text{Nilai konsumsi} \dots\dots\dots(6)$$

c. Kehilangan air

Umumnya kehilangan air (Qha) diakibatkan oleh terjadinya kebocoran air yang berada pada pipa dan saat pembacaan meter dilakukan kesalahan [6]. Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$Qha = 20\% \times (Qd + Qnd) \dots\dots\dots(7)$$

Dimana:

Qha = Kehilangan air (L/detik)

Qd = Kebutuhan air domestik (L/detik)

Qnd = Kebutuhan air non domestik (L/detik)

d. Kebutuhan air rata-rata

Kebutuhan air rata-rata (Qr) merupakan jumlah dari total kebutuhan air domestik (Qd), kebutuhan air non domestik (Qnd), dan kehilangan air (Qha) [7].

$$Qr = Qd + Qnd + Qha \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

Qr = Kebutuhan air rata-rata (L/detik)

Qd = Kebutuhan air domestik (L/detik)

Qnd = Kebutuhan air non domestik (L/detik)

Qha = Kehilangan air (L/detik)

Tingkat kebutuhan air bersih sejalan dengan tinggi rendahnya aktivitas masyarakat pada suatu waktu tertentu mengakibatkan terjadinya fluktuasi pemakaian air bersih [1].

e. Kebutuhan air harian maksimum

$$Q_{max} = F_{max} \times Qr \dots\dots\dots(9)$$

f. Kebutuhan air jam puncak

$$Q_{peak} = F_{peak} \times Qr \dots\dots\dots(10)$$

Dimana:

Q<sub>max</sub> = Kebutuhan air harian maksimum (L/detik)

Q<sub>peak</sub> = Kebutuhan air jam puncak (L/detik)

F<sub>max</sub> = Faktor hari maksimum

F<sub>peak</sub> = Faktor jam puncak

Qr = Kebutuhan air rata-rata (L/detik)

**Ketersediaan Air**

Perhitungan kuantitas serta kontinuitas pada sumber air baku diperlukan dalam menganalisa ketersediaan air, apakah mampu dalam memenuhi kebutuhan dalam merencanakan jaringan pipa air bersih [8].

**Sistem Jaringan Air Bersih**

Diawali dengan pengambilan air baku, lalu diolah menjadi air bersih yang sesuai dengan standar kriteria air minum, kemudian disalurkan menuju reservoir distribusi melalui pipa transmisi, dan selanjutnya didistribusikan kepada pelanggan melalui pipa distribusi [9].

a. Jaringan perpipaan

Suatu rangkaian pipa yang saling berhubungan secara hidrolis antara satu sama lain adalah jaringan perpipaan, maka jika terjadi perubahan debit aliran di satu pipa akan berakibat pada tersebarnya pengaruh terhadap pipa lain [10].

b. Pendimensian pipa

Perhitungan pendimensian pipa ini menghasilkan besar diameter pipa yang akan digunakan dan untuk mengetahui nilai sisa tekan pada saluran yang paling akhir. Perhitungan ini menggunakan persamaan kontinuitas yakni sebagai berikut:

$$Q_1 = Q_2 \text{ atau } A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 \dots\dots\dots (11)$$

Untuk mengetahui ukuran pipa yang digunakan serta perhitungan kehilangan energi dapat menggunakan persamaan Hazen-Williams sebagai berikut:

$$D = \frac{Q}{0,2785 \times C \times S^{0,54}}^{1/2,63} \dots\dots\dots (12)$$

$$h_f = \left( \frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \dots\dots\dots (13)$$

Untuk mengetahui sisa tekan melalui perhitungan tinggi energi antara dua penampang menggunakan persamaan Bernoulli sebagai berikut:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + h_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + h_2 + h_f \dots\dots\dots (14)$$

**Bangunan Reservoir**

Dalam merencanakan jaringan pipa air bersih, terdapat berbagai macam bangunan pelengkap seperti bangunan penangkap air, bangunan pengolahan air, rumah pompa, rumah generator set, jembatan pipa, dan bangunan reservoir.

Bangunan reservoir dibuat dikarenakan terjadi tidak statisnya aliran air. Debit kebutuhan air rata-rata lebih kecil daripada kebutuhan aliran air pada jam sibuk, sedangkan pada jam-jam tertentu debit kebutuhan air rata-rata lebih besar daripada kebutuhan aliran air. Oleh sebab itu diperlukan reservoir distribusi dalam mengatasi tidak statisnya aliran air [5].

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Perencanaan jaringan pipa air bersih ini berada di wilayah Kecamatan Prambon, Kabupaten Sidoarjo. Umur rencana dalam perencanaan ini direncanakan hingga tahun 2039. Diperlukan berbagai data yakni peta topografi, data sumber air, data penduduk, serta data fasilitas umum.

**Proyeksi Jumlah Penduduk**

Terlebih dahulu menghitung tingkat pertumbuhan penduduk pada setiap desa dari data jumlah penduduk daerah perencanaan. Berikut adalah contoh perhitungan rasio penduduk tahun 2010 dan tahun 2011 pada Desa Kedungsugo:

$$r_{(2010-2011)} = \frac{\Sigma \text{ penduduk tahun 2011} - \Sigma \text{ penduduk tahun 2010}}{\Sigma \text{ penduduk tahun 2010}} \times 100\% = 0,489\%$$

Kemudian untuk rasio pertumbuhan penduduk rata-rata diperoleh dengan menambahkan rasio pertumbuhan pada setiap tahun lalu dibagi jumlah tahun data, dengan hasil sebagai berikut:

**Tabel 1.** Rasio pertumbuhan penduduk rata-rata

No.	Desa	r (%)	No.	Desa	r (%)
1	Prambon	1,305	11	Kedungwonokerto	2,016
2	Kajartengguli	1,222	12	Bendotretak	1,576
3	Gedangrowo	0,412	13	Wonoplintahan	0,449
4	Wirobiting	-0,026	14	Kedungkembar	1,200
5	Simpang	0,510	15	Jati Alun-alun	1,270
6	Bulang	0,531	16	Jedongcangkring	1,335
7	Gampang	2,275	17	Cangkringturi	0,145
8	Jatikalang	0,550	18	Simogirang	3,536
9	Pejangkungan	1,056	19	Temu	0,094
10	Kedungsugo	1,102	20	Watutulis	0,358

Sumber: Hasil perhitungan

Dari hasil rasio pertumbuhan penduduk rata-rata, dilanjutkan menghitung proyeksi penduduk hingga tahun 2039 memakai beberapa metode yakni metode aritmatika, metode geometrik, serta metode eksponensial dengan mempertimbangkan nilai standar deviasi terkecil.

**Tabel 2.** Proyeksi penduduk tahun 2039

No.	Desa	Jumlah Penduduk	No.	Desa	Jumlah Penduduk
1	Prambon	5821	11	Kedungwonokerto	9137
2	Kajartengguli	3967	12	Bendotretak	7221
3	Gedangrowo	3993	13	Wonoplintahan	6523
4	Wirobiting	4465	14	Kedungkembar	4064
5	Simpang	4192	15	Jati Alun-alun	3719
6	Bulang	4828	16	Jedongcangkring	4917
7	Gampang	3931	17	Cangkringturi	2907
8	Jatikalang	4613	18	Simogirang	10269
9	Pejangkungan	4292	19	Temu	3657
10	Kedungsugo	6333	20	Watutulis	5233

Sumber: Hasil perhitungan

Proyeksi penduduk pada tahun 2039 setiap desa dijumlahkan untuk memperoleh jumlah proyeksi penduduk pada Kecamatan Prambon pada tahun 2039 sejumlah 104082 jiwa.

**Kebutuhan Air Bersih**

Kriteria perencanaan dalam menghitung kebutuhan air bersih penduduk mengikuti standar kriteria perencanaan dari Ditjen Cipta Karya PU tahun 1996. Perhitungan ini mengambil contoh pada Desa Kedungsugo, Kecamatan Prambon.

a. Kebutuhan air domestik

Diketahui cakupan pelayanan 90%, konsumsi SR sebesar 100 L/detik, konsumsi HU sebesar 30 L/detik, dan perbandingan SR:HU = 80:20 [11]. Dengan nilai SR sebesar 5,278 L/detik dan nilai HU sebesar 0,396 L/detik.

$$Q_d = SR + HU = 5,287 \text{ L/detik} + 0,396 \text{ L/detik} = 5,674 \text{ L/detik}$$

b. Kebutuhan air non domestik

Diawali menghitung proyeksi fasilitas umum hingga tahun 2039. Diambil contoh proyeksi fasilitas umum berupa masjid.

$$\frac{\text{Fasilitas tahun ke-n}}{\text{Fasilitas tahun awal}} = \frac{\text{Penduduk tahun ke-n}}{\text{Penduduk tahun awal}}$$

$$\frac{\text{Masjid tahun 2039}}{2} = \frac{5189}{6333}$$

Masjid tahun 2039 = 3 unit

Dilanjutkan perhitungan nilai kebutuhan air non domestik dengan nilai konsumsi masjid sebesar 3000 L/unit/hari [11].

$$\begin{aligned} Q_{nd} &= \Sigma \text{ Fasilitas umum} \times \text{ Nilai konsumsi} \\ &= 3 \text{ unit} \times 3000 \text{ L/unit/hari} \\ &= 9000 \text{ L/hari} = 0,104 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

Untuk semua fasilitas umum nilai kebutuhan air non domestik di Desa Kedungsugo adalah sebesar 1,145 L/detik.

c. Kehilangan air

Dengan faktor persentase kehilangan air sebesar 20% [11].

$$\begin{aligned} Q_{ha} &= 20\% \times (Q_d + Q_{nd}) \\ &= 20\% \times (5,674 \text{ L/detik} + 1,145 \text{ L/detik}) \\ &= 1,364 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

d. Kebutuhan air rata-rata

Berikut adalah contoh perhitungan kebutuhan air rata-rata:

$$\begin{aligned} Q_r &= Q_d + Q_{nd} + Q_{ha} \\ &= 5,674 \text{ L/detik} + 1,145 \text{ L/detik} + 1,364 \text{ L/detik} \\ &= 8,182 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

e. Kebutuhan air harian maksimum

Dengan faktor harian maksimum sebesar 1,15 [11].

$$\begin{aligned} Q_{max} &= F_{max} \times Q_r \\ &= 1,15 \times 8,182 \text{ L/detik} = 9,410 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

f. Kebutuhan air jam puncak

Dengan faktor jam puncak sebesar 1,75 [11].

$$\begin{aligned} Q_{peak} &= F_{peak} \times Q_r \\ &= 1,75 \times 8,182 \text{ L/detik} = 14,319 \text{ L/detik} \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan kebutuhan air bersih pada setiap desa pada Kecamatan Prambon yakni sebagai berikut:

**Tabel 3.** Kebutuhan air bersih tahun 2039

No.	Desa	Qd L/detik	Qnd L/detik	Qha L/detik	Qr L/detik	Qmax L/detik	Qpeak L/detik
1	Prambon	5,215	1,434	1,330	7,979	9,176	13,963
2	Kajartenggui	3,554	0,728	0,857	5,139	5,910	8,994
3	Gedangrowo	3,577	0,689	0,853	5,119	5,887	8,959
4	Wirobiting	4,000	0,754	0,951	5,705	6,561	9,984
5	Simfang	3,756	1,083	0,968	5,806	6,677	10,160
6	Bulang	4,326	1,140	1,093	6,559	7,543	11,478
7	Gampang	3,522	1,113	0,927	5,562	6,396	9,734
8	Jatikalang	4,133	1,049	1,036	6,218	7,151	10,882
9	Pejangkungan	3,845	0,819	0,933	5,597	6,436	9,794
10	Kedungsugo	5,674	1,145	1,364	8,182	9,410	14,319
11	Kedungwonokerto	8,186	1,423	1,922	11,531	13,260	20,179
12	Bendotretak	6,469	0,753	1,444	8,666	9,966	15,166
13	Wonoplihan	5,844	0,993	1,367	8,204	9,435	14,358
14	Kedungkembar	3,641	0,619	0,852	5,112	5,879	8,947
15	Jati Alun-alun	3,333	0,771	0,821	4,925	5,663	8,618
16	Jedongcangkring	4,406	1,311	1,143	6,860	7,888	12,004
17	Cangkringturi	2,605	0,619	0,645	3,868	4,449	6,770
18	Simogirang	9,200	1,324	2,105	12,630	14,524	22,102
19	Temu	3,277	0,881	0,832	4,990	5,738	8,732
20	Watutulis	4,688	1,185	1,175	7,048	8,105	12,334
	Jumlah	93,249	19,834	22,617	135,701	156,056	237,476

Sumber: Hasil perhitungan

Nilai kebutuhan air bersih pada setiap desa pada Kecamatan Prambon dijumlahkan dan didapatkan nilai kebutuhan air bersih rata-rata (Qr) sebesar 135,701 L/detik, kebutuhan air harian maksimum (Qmax) sebesar 156,056 L/detik, serta kebutuhan air pada saat jam puncak (Qpeak) sebesar 237,476 L/detik.

**Ketersediaan Air**

Analisa kuantitas air baku dengan mempertimbangkan mekanisme operasi pada *long storage* Kalimati. Mekanisme yang dianalisa yakni pada pengisian air yang berasal dari DAM Kepajaran melalui pintu air yang berada di ujung barat *long storage* Kalimati. Pembukaan pintu air terjadi pada bulan Oktober hingga Juni, sedangkan penutupan pintu air terjadi pada bulan Juli hingga September. *Long storage* Kalimati memiliki volume tampungan sebesar 1,67 juta m<sup>3</sup> yang direncanakan sebagai sumber air baku untuk PDAM dalam melayani kawasan Sidoarjo barat yakni Kecamatan Prambon, Kecamatan Tarik, Kecamatan Balongbendo, dan Kecamatan Krembung [8].

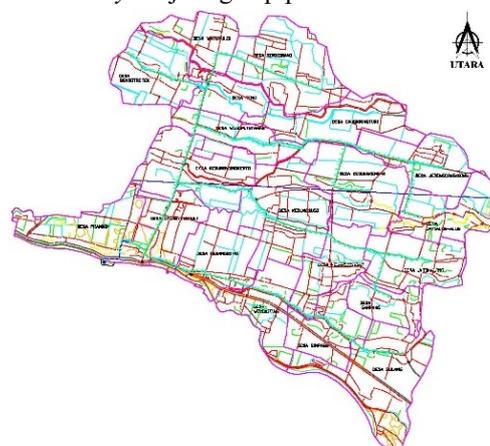
Atas adanya mekanisme tersebut, maka diperlukan analisa kontinuitas air baku untuk mengetahui masa pengambilan air baku saat penutupan pintu air dengan cara membagi volume tampungan *long storage* Kalimati dengan debit pengambilan air baku pada empat kecamatan tersebut yakni sebesar 0,650 m<sup>3</sup>/detik. Didapatkan masa pengambilan air baku selama 1 bulan, sehingga *long storage* Kalimati hanya mampu memenuhi kebutuhan air baku untuk diolah pada instalasi pengolahan air (IPA) selama 10 bulan dalam 1 tahun. Oleh karena itu diperlukan sumber air alternatif untuk memenuhi kebutuhan air secara penuh dalam 1 tahun yakni melalui IPA Krian berupa unit IPA Krian 3 dan 4.

**Sistem Jaringan Air Bersih**

Dalam merencanakan jaringan pipa air bersih ini, digunakan 2 buah sumber air serta 2 buah jaringan pipa air bersih, yakni jaringan pipa air bersih Kalimati yang air bakunya berasal dari *long storage* Kalimati dan jaringan pipa air bersih Krian yang bersumber dari instalasi pengolahan air (IPA) Krian.

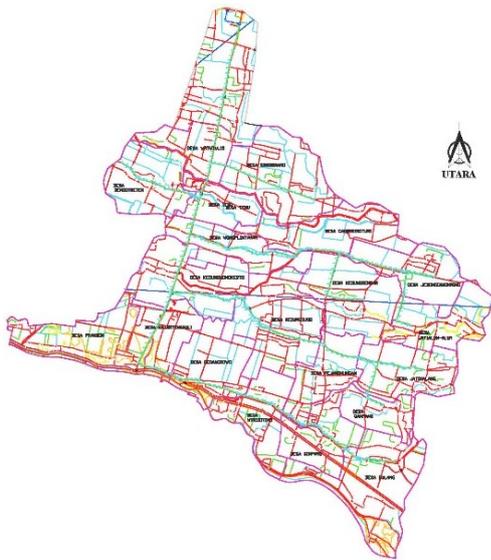
a. Jaringan perpipaan

Dalam mendesain jaringan perpipaan terlebih dahulu menentukan jalur pipa serta panjang pipa yang tergambar pada *layout* dalam peta topografi. Berikut adalah contoh penggambaran *layout* jaringan pipa air bersih:



**Gambar 1.** Layout jaringan pipa air bersih Kalimati

Sumber: Hasil penggambaran



**Gambar 2.** Layout jaringan pipa air bersih Krian

Sumber: Hasil penggambaran

**b. Pendimensian pipa**

Dari penggambaran *layout* jaringan pipa air bersih dapat dilakukan analisa hidrolika perpipaan untuk mengetahui ukuran pipa yang akan digunakan dan nilai sisa tekan pada saluran yang paling akhir. Diambil contoh perhitungan pendimensian pipa antara *node* IPA 2 dan *node* K1 apabila diketahui debit pengaliran 0,156 m<sup>3</sup>/detik, koefisien pipa Hazen-Williams sebesar 150, panjang pipa 100 m, elevasi pipa hulu 16,702 m, dan elevasi pipa hilir 13,848 m.

$$D \text{ (hitung)} = \frac{Q}{0,2785 \times C \times S^{0,54}}^{1/2,63}$$

$$= \frac{0,156}{0,2785 \times 150 \times 0,015^{0,54}}^{1/2,63}$$

$$= 0,283 \text{ m}$$

D (pakai) = 0,303 m (14")

A = 1/4 × π × D<sup>2</sup>

$$= 1/4 \times 3,14 \times 0,303^2 = 0,072 \text{ m}^2$$

v = Q/A = 0,156/0,072 = 2,168 m/detik

Kecepatan aliran pada saluran tersebut masih memenuhi kriteria yakni antara 0,3 m/detik hingga 3 m/detik [12].

$$h_f = \left( \frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L$$

$$= \left( \frac{0,156}{0,2785 \times 150 \times 0,303^{2,63}} \right)^{1,85} \times 100 \text{ m}$$

$$= 1,080 \text{ m}$$

Perhitungan nilai sisa tekan menggunakan persamaan Bernoulli sebagai berikut:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + h_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + h_2 + h_f$$

El. tinggi energi hulu =  $h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$

$$= 16,702 + \frac{2,168^2}{2 \times 9,81} = 16,942 \text{ m}$$

Penambahan tekanan = 16,942 m + 16 m = 32,942 m

El. tinggi energi hilir =  $h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_f$

$$= 13,848 + \frac{2,168^2}{2 \times 9,81} + 1,080$$

$$= 15,168 \text{ m}$$

Sisa tekan = E. T. energi hulu – E. T. energi hilir

$$= 32,942 \text{ m} - 15,168 \text{ m}$$

$$= 17,774 \text{ m}$$

Sisa tekan yang terjadi pada saluran tersebut setelah penambahan tekanan melalui pompa masih memenuhi kriteria aman yakni antara 10 m hingga 60 m, terkhusus untuk pipa berjenis HDPE PE 100 mampu menahan tekanan air hingga 12,4 Mpa [12].

Dari pendimensian pipa, berikut adalah rincian panjang jaringan pipa air bersih berdasarkan diameter pipa yang digunakan:

**Tabel 4.** Panjang jaringan pipa air bersih

Diameter Pipa HDPE	Jaringan Pipa Air Bersih Kalimati	Diameter Pipa HDPE	Jaringan Pipa Air Bersih Krian
Pipa Transmisi	Panjang (m)	Pipa Transmisi	Panjang (m)
14"	825	14"	480
Pipa Distribusi	Panjang (m)	Pipa Distribusi	Panjang (m)
16"	809	16"	3826
14"	975	14"	255
12"	1142	12"	1142
10"	6384	10"	6911
8"	5466	8"	4643
6"	6941	6"	7201
5"	5644	5"	5644

Sumber: Hasil perhitungan

Diperoleh panjang keseluruhan untuk jaringan pipa air bersih Kalimati yakni 825 m pada pipa transmisi dan 27361 m pada pipa distribusi, sedangkan pada jaringan pipa air bersih Krian memiliki panjang keseluruhan 480 m untuk pipa transmisi dan 29622 m untuk pipa distribusi.

**Bangunan Reservoir**

Dalam menentukan kapasitas reservoir jumlah air yang tersedia harus lebih besar daripada jumlah air yang dibutuhkan. Diperlukan perhitungan berdasarkan debit harian maksimum, faktor tampungan konsumen sebesar 20%, dan waktu pengaliran selama 24 jam. Penentuan kapasitas reservoir didasarkan pada penggunaan air per jam selama satu hari dengan surplus maksimum serta defisit minimum diperhitungkan [13].

Reservoir dalam perencanaan ini adalah reservoir distribusi yang direncanakan berjumlah 2 buah. Perhitungan kapasitas reservoir diawali menghitung debit kebutuhan per hari dengan debit harian maksimum (Q<sub>max</sub>) diketahui sebesar 156,056 L/detik atau 0,156 m<sup>3</sup>/detik. Berikut adalah perhitungan debit kebutuhan per hari:

Q (kebutuhan per hari) = Q<sub>max</sub> × 3600 × 24

$$= 0,156 \text{ m}^3/\text{detik} \times 86400$$

$$= 13483,204 \text{ m}^3$$

Dilanjutkan perhitungan untuk mengetahui persentase pengaliran reservoir.

**Tabel 5.** Persentase pengaliran reservoir

Periode (jam)	Jumlah (jam)	Perhitungan persentase pengaliran reservoir (%)					
		Pemakaian	Jumlah pemakaian	Suplai	Jumlah suplai	Defisit	Surplus
22 – 05	7	0,75	5,25	4,17	29,17	-	23,92
05 – 06	1	4,00	4,00	4,17	4,17	-	0,17
06 – 07	1	6,00	6,00	4,17	4,17	1,83	-
07 – 09	2	8,00	16,00	4,17	8,33	7,67	-
09 – 10	1	6,00	6,00	4,17	4,17	1,83	-
10 – 13	3	5,00	15,00	4,17	12,50	2,50	-
13 – 17	4	6,00	24,00	4,17	16,67	7,33	-
17 – 18	1	10,00	10,00	4,17	4,17	5,83	-
18 – 20	2	4,50	9,00	4,17	8,33	0,67	-
20 – 21	1	3,00	3,00	4,17	4,17	-	1,17
21 – 22	1	1,75	1,75	4,17	4,17	-	2,42
Jumlah	24		100		100	27,67	27,67

Sumber: Hasil perhitungan

Didapatkan nilai persentase surplus atau sisa pengaliran serta persentase defisit yakni sebesar 27,67%. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung volume tampungan air bruto dan volume tampungan air netto dalam mendapatkan nilai kapasitas reservoir.

$$v \text{ (tampungan air bruto)} = 27,67 \% \times 13483,204 \text{ m}^3 \\ = 3730,353 \text{ m}^3$$

$$v \text{ (tampungan air netto)} = 20 \% \times 3730,353 \text{ m}^3 \\ = 746,071 \text{ m}^3$$

Diperoleh kapasitas reservoir yaitu sebesar 746,071 m<sup>3</sup>, tetapi reservoir direncanakan memiliki kapasitas sebesar 896 m<sup>3</sup> dengan panjang 16 m, lebar 16 m, tinggi 3,5 m, dan diberi tinggi jagaan (*freeboard*) setinggi 0,5 m.

#### 4. KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil serta pembahasan yang telah dilaksanakan yakni sebagai berikut:

- Proyeksi penduduk Kecamatan Prambon di tahun 2039 yaitu sebanyak 104082 jiwa.
- Kebutuhan air bersih rata-rata Kecamatan Prambon yang wajib dipenuhi sesuai proyeksi hingga tahun 2039 adalah sejumlah 135,701 L/detik.
- Long storage* Kalimati hanya mampu memenuhi kebutuhan air baku selama 10 bulan dalam 1 tahun, diperlukan sumber air alternatif dalam memenuhi kebutuhan air secara penuh dalam 1 tahun yaitu melalui IPA Krian.
- Jaringan pipa air bersih Kalimati memiliki panjang pipa transmisi 825 m dan pipa distribusi 27361 m, sedangkan pada jaringan pipa air bersih Krian memiliki panjang pipa transmisi 480 m dan pipa distribusi 29622 m. Jenis pipa yang dipakai dalam perencanaan jaringan pipa air bersih ini adalah pipa HDPE.
- Sejumlah 2 unit bangunan reservoir distribusi dengan panjang 16 m, lebar 16 m, serta tinggi keseluruhan sebesar 4 m.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Pemerintah Kabupaten Sidoarjo, *Peraturan Bupati Sidoarjo Nomor 86 Tahun 2019 tentang Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Sidoarjo Tahun 2018–2037*. Sidoarjo: Pemerintah Kabupaten Sidoarjo, 2019.
- Badan Pusat Statistik, *Pedoman Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2010.
- S. M. Adioetomo dan O. B. Samosir, *Dasar-dasar Demografi*, Ed. ke-2. Jakarta: Salemba Empat, 2010.
- R. J. Kodoatie dan R. Sjarief, *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi, 2005.
- C. R. Mampuk, T. Mananoma, dan L. Tanudjaja, “Pengembangan sistem penyediaan air bersih di Kecamatan Poso Kota Sulawesi Tengah,” *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 5, pp. 233–241, Jul. 2014. [Online]. Tersedia: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/5766>
- R. Naway, F. Halim, M. I. Jasin, dan L. Kawet, “Pengembangan sistim pelayanan air bersih,” *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 6, pp. 444–451, Mei 2013. [Online]. Tersedia: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/1437>
- H. Kalensun, L. Kawet, dan F. Halim, “Perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan,” *J. Sipil Statik*, vol. 4, no. 2, pp. 105–115, Feb. 2016. [Online]. Tersedia: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/11465>
- E. I. Pratama, “Perencanaan instalasi pengolahan air (IPA) di *long storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo,” Skripsi, ITS, Surabaya, 2020.
- R. T. Arianti, “Perencanaan jaringan air bersih Kecamatan Plosoklaten Kabupaten Kediri menggunakan sumber air Gunung Kelud,” Skripsi, Polinema, Malang, 2019.
- E. Noerhayati dan A. Rahmawati, *Model Irigasi Sprinkler dengan Aplikasi Hec-Ras*. Malang: Ampuh Multi Rejeki, 2020. [Online]. Tersedia: <http://ft.unisma.ac.id/wp-content/uploads/2020/10/HVS-176x25-Model-Irigasi-Sprinkler-20-exs-.pdf>
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 1996.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2007.
- B. H. Sulton, “Perencanaan pipa transmisi air baku di Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus, Propinsi Lampung,” Skripsi, Polinema, Malang, 2018.