

PERENCANAAN JARINGAN AIR BERSIH KECAMATAN PLOSOKLATEN KABUPATEN KEDIRI

Rizky Elvina Ayunanda¹, Agus Suhardono², Sugiharti³

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

Email: elvinarizky@gmail.com, agus.suhardono@polinema.ac.id, sugiharti@polinema.ac.id

ABSTRAK

Kecamatan Plosoklaten merupakan kawasan dengan luas area ± 88.59 km², terdapat 15 desa dengan jumlah penduduk sebanyak 70,431 jiwa pada tahun 2020. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk merencanakan jaringan pipa air bersih dengan menganalisa aspek hidrolis jaringan pipa, bangunan pelengkap dan rencana anggaran biaya. Dari analisa perhitungan diperoleh hasil sebagai berikut : proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2030 sejumlah 80,357 jiwa; debit ketersediaan Sumber Mata Air Dawung sebesar 0.205 m³/detik; dan debit kebutuhan air sebesar 0.139 m³/detik; pipa transmisi menggunakan pipa HDPE Ø16 inch sepanjang 381.295 m dan pipa distribusi menggunakan pipa HDPE dengan beberapa diameter yaitu Ø12, Ø8, Ø4 inch sepanjang 26,046.841 m; ukuran reservoir 7x7x2.2 m; pompa dengan total head 10 m dan 80 m; dengan total biaya sebesar Rp 28,092,050,000.00.

Kata kunci : Dimensi pipa; Jaringan pipa; HDPE

ABSTRACT

Kecamatan Plosoklaten is a ± 88.59 km² area having 15 villages and 70,431 population in 2020. This thesis aimed to design clean water network, analyze the aspects of hydraulic pipelines, complementary building and estimate the cost. The design resulted in the followings : 80,357 population in 2030; 0.205 m³/sec of Dawung's water discharge; and 0.139 m³/sec of water needs; using Ø16 inch HDPE pipe along the 381.295 m transmission pipeline and Ø12, Ø8 Ø4 inch HDPE along the 26,046.841 m distribution pipes; 7x7x2.2 m size of reservoir; 10 m and 80 m total head of pump; total cost at IDR 28,092,050,000.0.

Keywords : Design; Hydraulic analysis, HDPE

1. PENDAHULUAN

Sebanyak 2 desa dari total 15 desa di Kecamatan Plosoklaten Kabupaten Kediri merupakan wilayah yang beberapa tahun terakhir sering mengalami krisis air bersih. Masyarakat di beberapa dusun pada Desa Wonorejo Trisulo dan Sepawon yang semula memanfaatkan air sumur sebagai sumber untuk memenuhi kebutuhan air bersih, kini hanya bisa menunggu *dropping* air dari pemerintah. *Dropping* air bersih yang dilakukan oleh pemerintah daerah menjadi kegiatan rutin setiap kemarau datang akibat banyaknya sumur yang mulai mengering. Mengeringnya sumur warga juga dipengaruhi oleh berkurangnya daerah resapan air akibat penebangan pohon dan alih fungsi lahan sehingga menyebabkan debit air sumur warga sangat kecil.

Guna mendukung upaya pelaksanaan penyediaan air bersih di Kecamatan Plosoklaten, maka perlu direncanakan jaringan air bersih dengan menggunakan sumber air Dawung yang berada di Desa Pranggang dengan debit 0.205 m³/detik pada ketinggian +237,00 Mdpl. Desa Pranggang merupakan desa yang berada pada ketinggian $\pm 222,00$ Mdpl dengan topografi desa berupa dataran dan berjarak 2 km dari ibu kota kecamatan.

2. METODE

Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Untuk menganalisa jumlah penduduk dapat ditentukan menggunakan metode aritmatik, geometrik atau eksponensial dengan umur proyeksi direncanakan 10 tahun. Proyeksi Pertumbuhan penduduk dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

- Metode Aritmatik :
 $P_t = P_o (1 + n.r)$ (1)

- Metode Eksponensial :
 $P_t = P_o \times e^{r.n}$ (2)

- Metode Geometrik :
 $P_t = P_o \times (1+r)^n$(3)

Keterangan :
 P_t = Jumlah Penduduk pada akhir periode t (orang)
 P_o = Jumlah Penduduk pada awal periode t (orang)
 r = Tingkat pertumbuhan penduduk
 n = Tahun Proyeksi

Dengan rumus tingkat pertumbuhan penduduk yaitu:
 $r = \frac{\Sigma \text{penduduk tahun } b - \Sigma \text{penduduk tahun } a}{\Sigma \text{penduduk tahun } a} \times 100\%$(4)

r rata rata = $\frac{\Sigma r}{\text{jumlah data}}$(5)

Dari perhitungan ketiga metode proyeksi penduduk dihitung standart deviasi dari masing masing metode dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(\bar{X}_i - X_r)^2}{(n-1)}}$ (6)

Keterangan :
 SD = Standar Deviasi
 X_r = Rata – rata pertumbuhan penduduk
 \bar{X}_i = Jumlah penduduk pada tahun ke-i
 n = Jumlah data tahun perencanaan

Selain standar deviasi yang digunakan sebagai acuan pemilihan metode proyeksi penduduk, juga dihitung nilai koefisien korelasi dengan rumus sebagai berikut :

$r = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[n \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2] \times [n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2]}}$ (7)

Keterangan :
 r = Koefisien korelasi
 n = Jumlah data
 X = Jumlah penduduk sesungguhnya sesuai data BPS
 Y = Jumlah penduduk secara teori/metode (aritmatika, geometrik, dll)

Kebutuhan Air Bersih

Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan domestik, non domestik, dan kebutuhan air untuk mengganti kebocoran air dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

a. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari seperti pemakaian air untuk minum dan MCK adalah definisi dari kebutuhan air domestik. Kebutuhan air domestik ditentukan berdasarkan Kriteria Kebutuhan air Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya Tahun 2000 sesuai dengan kelas desa. Rumus Sambungan Rumah dan Hidran Umum yaitu :

- Sambungan Rumah :
 $SR = \Sigma \text{Penduduk Terlayani} \times \text{Konsumsi SR} \times \text{SR}\%$ (8)

- Hidran Umum :

$HU = \Sigma \text{Penduduk Terlayani} \times \text{Konsumsi HU} \times \text{HU}\%$ (9)

Sehingga Total Kebutuhan air domestik yaitu :
 $Q_d = SR + HU$ (10)

Keterangan :
 SR = Sambungan Rumah
 HU = Hidran Umum
 Q_d = Kebutuhan air domestik

b. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non-domestik ialah kebutuhan air untuk sarana umum, sarana sosial, dan sarana lainnya. Kriteria kebutuhan air non domestik berdasarkan Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya Tahun 2000 mengenai kebutuhan air non domestik untuk kategori desa. Rumus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air Non Domestik sebagai berikut :

$Q_{nd} = \Sigma \text{Fasilitas umum} \times \text{Nilai Konsumsi}$ (11)

Keterangan :
 Q_{nd} = Kebutuhan Air non Domestik

Jumlah fasilitas umum yang digunakan yaitu fasilitas umum yang diproyeksikan sesuai dengan umur rencana yaitu 10 tahun dengan menggunakan rumus :

$\frac{\text{Jumlah penduduk proyeksi}}{\text{Jumlah penduduk awal}} = \frac{\text{Fasilitas proyeksi}}{\text{Fasilitas tahun awal}}$(12)

c. Kehilangan Air

Kebocoran ataupun kehilangan air ialah air yang hilang untuk penjagaan tujuan penyediaan air bersih. Besar Nilai Kehilangan air berdasarkan Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya Tahun 2000 sesuai dengan kategori Desa. Rumus yang digunakan untuk menghitung kehilangan air sebagai berikut :

Nilai Kebocoran = Faktor Kebocoran air x ($Q_d + Q_{nd}$).....(13)

Sehingga total kebutuhan air yang digunakan yaitu :
 $Q \text{ Kebutuhan Total} = Q_d + Q_{nd} + \text{Nilai Kebocoran}$ (14)

Keterangan :
 Q_d = Kebutuhan air domestik
 Q_{nd} = Kebutuhan air non domestik

d. Kebutuhan air Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi

Kebutuhan air untuk pipa distribusi dengan faktor jam puncak yaitu sebesar 1,5. Kebutuhan air untuk pipa transmisi dengan faktor har puncak sebesar 1,1.

Debit Ketersediaan

Ada beberapa metode pengukuran debit yang sering digunakan untuk pengukuran langsung salah satunya yaitu metode apung. Prinsip pelaksanaan pengukuran debit menggunakan metode apung sesuai SNI 8066 Tahun 2015 adalah mengukur kecepatan aliran, luas penampang basah, dan kedalaman. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$Q = v \cdot A \cdot k$ (15)

Keterangan

- Q = Debit aliran (m³/s)
- v = Kecepatan aliran media apung (m/s)
- A = Luas penampang basah (m²)
- k = Koefisien media apung

Nilai k tergantung dari jenis pelampung yang digunakan, nilai tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Y.B. Francis) sebagai berikut :

$$k = 1 - 0.116 ((\sqrt{1-\alpha}) - 0.1) \dots\dots\dots (16)$$

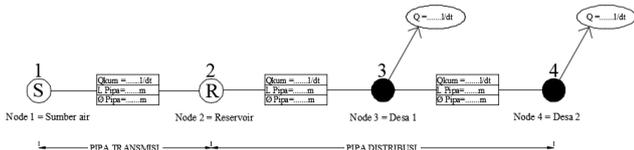
dimana,

$$\alpha = \frac{\text{kedalaman tangkai (h)}}{\text{kedalaman air (d)}} \text{ atau kedalaman benda apung.}$$

$$v = \frac{\text{Panjang aliran (L)}}{\text{Waktu tempuh (s)}} \dots\dots\dots (17)$$

Sistem dan Jaringan Pipa Air Bersih

Skema jaringan perpipaan dimulai dari sumber air melalui pipa transmisi menuju reservoir. Reservoir menampung air sementara untuk diaslurkan menuju daerah pelayanan melalui pipa distribusi seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Jaringan Air Bersih

Pada perencanaan pipa air bersih rumus yang digunakan untuk menghitung dimensi pipa yaitu :

$$Q = A \times v \dots\dots\dots (18)$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \dots\dots\dots (19)$$

Kehilangan Tinggi Tekanan dihitung akibat aliran dalam pipa mengalami tegangan geser dan perubahan kecepatan aliran. Sehingga rumus yang digunakan yaitu :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \dots\dots\dots (20)$$

$$H_f = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}}\right)^{1,85} \times L \dots\dots\dots (21)$$

Perhitungan tinggi energi berdasarkan rumus Bernoulli yaitu :

$$H_1 + \frac{v^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = H_2 + \frac{v^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + h_f \dots\dots\dots (22)$$

Keterangan :

- Q = Debit Aliran pipa (l/dt)
- A = Luas Penampang pipa (m²)
- D = Diameter pipa (m)
- H_f = Sisa tekan
- H_{1,2} = Elevasi Pipa
- v = kecepatan aliran
- P = Tekanan air
- γ = berat jenis air
- C = Kekasaran Pipa

Reservoir

Fungsi dari reservoir yaitu untuk mengumpulkan air, menyimpan air, meratakan aliran, meratakan/membagi

tekanan aliran, dan menyimpan air untuk seluruh konsumen atau pengguna dan pemadam kebakaran.

Tabel fluktuasi untuk menentukan volume reservoir yaitu :

Tabel 1. Pola Pemakaian Air dalam Sehari

Periode	Jumlah Jam	Pemakaian per jam (%)	Jumlah Pemakaian(%)
24.00-05.00	5	0.75	3.75
05.00-06.00	1	4.00	4.00
06.00-07.00	1	6.00	6.00
07.00-09.00	2	8.00	16.00
09.00-10.00	1	6.00	6.00
10.00-13.00	3	5.00	15.00
13.00-17.00	4	6.00	24.00
17.00-18.00	1	10.00	10.00
18.00-20.00	2	4.50	9.00
20.00-21.00	1	3.00	3.00
21.00-22.00	1	1.75	1.75
22.00-24.00	2	0.75	1.50

Tabel fluktuasi yang digunakan berdasarkan Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum tahun 2010.

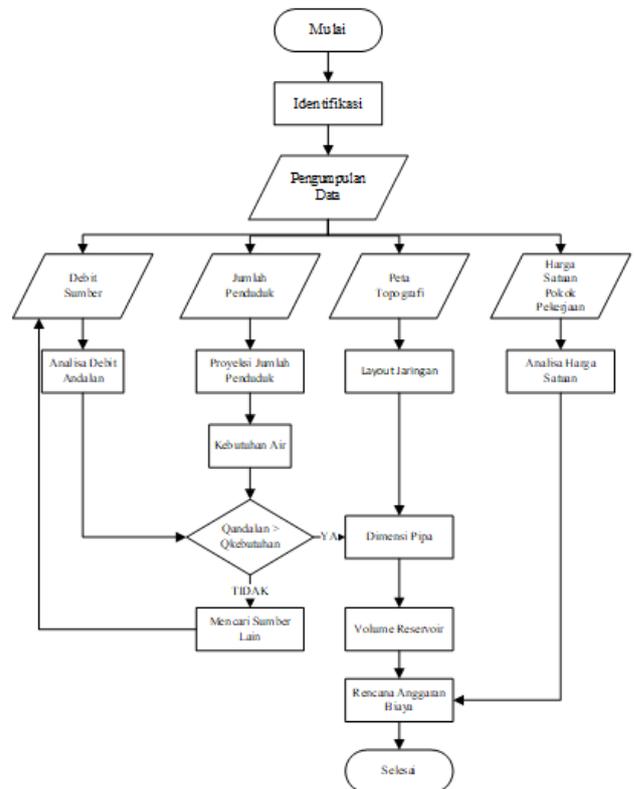
Perhitungan volume reservoir berdasarkan debit kebutuhan saat jam puncak dengan dialiri penuh selama 24 jam yaitu dengan cara :

$$\text{Prosentase Volume Reservoir} = \frac{\text{Surplus air} + \text{Defisit air}}{2}$$

$$\text{Volume Reservoir} = \text{Prosentase volume} \times Q \text{ Kebutuhan} \times \text{Waktu Pengaliran}$$

Bagan Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir dari penelitian :



Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN
Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dihitung dalam perencanaan untuk mengetahui besarnya jumlah penduduk pada tahun rencana karena dapat mempengaruhi tingkat kebutuhan air. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk diproyeksikan sesuai umur rencana yaitu 10 tahun.

a) Rasio Pertumbuhan Penduduk

Rasio tingkat pertumbuhan penduduk Desa Gondang :

Jumlah penduduk tahun b = tahun 2011 = 3,090 jiwa

Jumlah penduduk tahun a = tahun 2010 = 2,608 jiwa

$$r = \frac{\Sigma \text{penduduk tahun } b - \Sigma \text{penduduk tahun } a}{\Sigma \text{penduduk tahun } a} \times 100\%$$

$$= \frac{3090 - 2608}{2608} \times 100\% = 18.48\%$$

Rasio penduduk dihitung setiap tahun hingga data tahun 2020 hingga mendapatkan rata-rata rasio pertumbuhan penduduk. Berikut merupakan rasio rata rata setiap desa :

Tabel 2. Rasio rata-rata setiap desa

No.	Nama Desa	Rasio Rata-rata
1.	Gondang	5.98%
2.	Kayunan	0.91%
3.	Panjer	0.94%
4.	Jarak	4.17%
5.	Sepawon	0.85%
6.	Plosokidul	1.65%
7.	Brenggolo	0.20%
8.	Plosolor	1.17%
9.	Wonorejo Trisulo	0.51%
10.	Pranggang	0.18%
11.	Punjul	0.34%
12.	Klenderan	0.17%
13.	Donganti	0.49%
14.	Kawedusan	1.02%
15.	Sumberagung	1.78%

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah diperoleh nilai rasio pertumbuhan penduduk dari tahun 2011 – 2020, nilai tersebut digunakan untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk dengan umur rencana 10 tahun dengan mempertimbangkan Standar Deviasi terkecil dan Koefisien Korelasi terbesar. Dalam perhitungan perencanaan di Kecamatan Plosoklaten digunakan metode aritmatika.

Tabel 3. Proyeksi Penduduk

No	Desa	Jumlah Penduduk	
		2020(Jiwa)	2030 (Jiwa)
1.	Gondang	3,461	5,531
2.	Kayunan	3,056	3,333
3.	Panjer	1,281	1,402
4.	Jarak	7,853	11,127
5.	Sepawon	5,879	6,381
6.	Plosokidul	3,062	3,567
7.	Brenggolo	5,715	5,829
8.	Plosolor	3,750	4,188
No	Desa	Jumlah Penduduk	
		2020(Jiwa)	2030 (Jiwa)

9.	Wonorejo T.	4,475	4,705
10.	Pranggang	8,868	9,027
11.	Punjul	6,777	7,010
12.	Klenderan	2,682	2,727
13.	Donganti	613	643
14.	Kawedusan	4,996	5,507
15.	Sumberagung	7,963	9,379
Total		70,431	80,357

Sumber : Hasil Perhitungan

Kebutuhan Air Bersih

Menurut kriteria Direkotrat Jenderal Pengairan Tahun 2004, daerah perencanaan termasuk didalam kategori kota kecil dikarenakan memiliki jumlah penduduk 20.000-100.000 jiwa.

a) Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air yang dibutuhkan setiap orang sebesar 80l/0/h, Perbandingan HU:SR yaitu 20:80 dengan kebutuhan hidran umum sebesar 30 l/0/h. Tingkat Pelayanan sebesar 90%. Contoh Perhitungan pada Desa Gondang :

Jumlah Penduduk = 5531

Penduduk terlayani = 5531 x 90% = 4978 jiwa

Kebutuhan SR = 80 x 70% x 4978
= 278765,06 l/h = 0,0032264 l/dt

Kebutuhan HU = 20 x 30% x 4978
= 29867,68 l/h = 0,000346 l/dt

Total Kebutuhan SR + HU = 278765,06 + 29867,68
= 308.632,74 l/h = 0,0036 m³/dt

Berikut adalah hasil perhitungan kebutuhan air domestik di Kecamatan Plosoklaten sesuai dengan tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Air Domestik

Desa	Jml Pend. Thn 2034	Pend. Terlayani	Keb. SR (l/dt)	Keb. HU (l/dt)	Jml Keb. Air (m ³ /dt)
Gondang	5531	4978	0,00323	0,00035	0,0036
Kayunan	3333	3000	0,00194	0,00021	0,0022
Panjer	1402	1262	0,00082	0,00009	0,0009
Jarak	11127	10015	0,00659	0,00070	0,0072
Sepawon	6381	5743	0,00372	0,00040	0,0041
Plosokidul	3567	3210	0,00218	0,00022	0,0023
Brenggolo	5829	5247	0,00340	0,00036	0,0038
Plosolor	4188	3769	0,00244	0,00026	0,0027
Wonorejo T	4705	4234	0,00274	0,00029	0,0030
Pranggang	9027	8125	0,00537	0,00056	0,0058
Punjul	7010	6309	0,00419	0,00044	0,0045
Klenderan	2727	2454	0,00169	0,00017	0,0018
Donganti	643	579	0,00048	0,00004	0,0004
Kawedusan	5507	4956	0,00321	0,00034	0,0036
Sumberagung	9379	8441	0,00557	0,00059	0,0061
Total Kebutuhan					0,0519

Sumber : Hasil Perhitungan

b) Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik dihitung berdasarkan fasilitas umum yang ada di Kecamatan Plosoklaten. Data fasilitas umum terdapat pada Badan Pusat Statistik 2019 Kecamatan Plosoklaten. Data pada tahun 2020 di proyeksi sesuai dengan umur rencana selama 10 tahun sehingga digunakan data pada tahun 2030. Contoh proyeksi fasilitas umum Masjid pada Desa Gondang :

$$\frac{\text{jumlah penduduk 2034}}{5,531} = \frac{\text{Fasilitas Tahun 2030}}{\text{Fasilitas Tahun 2020}} = \frac{\text{Fasilitas Tahun 2030}}{5} = 8 \text{ unit}$$

Sehingga kebutuhan air non domestik pada Kecamatan Plosoklaten yaitu :

Tabel 5. Kebutuhan Air Non Domestik

No	Desa	Debit (m ³ /dt)
1.	Gondang	0,0007
2.	Kayunan	0,0002
3.	Panjer	0,0002
4.	Jarak	0,0010
5.	Sepawon	0,0004
6.	Plosokidul	0,0003
7.	Brenggolo	0,0005
8.	Plosolor	0,0003
9.	Wonorejo T	0,0003
10.	Pranggang	0,0007
11.	Punjul	0,0005
12.	Klanderan	0,0003
13.	Donganti	0,0001
14.	Kawedusan	0,0004
15.	Sumberagung	0,0003

Sumber : Hasil Perhitungan

c) Kehilangan Air

Kehilangan air akibat kebocoran pipa dihitung untuk direncanakan saat pelaksanaan pemansangan sambungan pipa kurang tepat. Sesuai dengan Kriteria Kebutuhan air Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya Tahun 2000 sesuai dengan kelas desa.

Faktor kebocoran pipa sebesar 20%. Contoh perhitungan kehilangan air Desa Gondang :

$$\begin{aligned} \text{Kehilangan air} &= (Q_d + Q_{nd}) \times \text{Faktor Kehilangan air} \\ &= (0,0036 + 0,0007) \times 20\% \\ &= 0,0008 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Tabel 6. Kehilangan Air

No	Desa	Qd	Qnd	Hilang air	Jml Keb. Air
1.	Gondang	0,0036	0,0007	0,0008	0,0051
2.	Kayunan	0,0022	0,0002	0,0005	0,0028
3.	Panjer	0,0009	0,0002	0,0002	0,0013
4.	Jarak	0,0072	0,0010	0,0016	0,0098
5.	Sepawon	0,0041	0,0004	0,0009	0,0054
6.	Plosokidul	0,0023	0,0003	0,0005	0,0031

No	Desa	Qd	Qnd	Hilang air	Jml Keb. Air
7.	Brenggolo	0,0038	0,0005	0,0008	0,0051
8.	Plosolor	0,0027	0,0003	0,0006	0,0036
9.	Wonorejo T	0,0030	0,0003	0,0007	0,0040
10.	Pranggang	0,0058	0,0007	0,0013	0,0079
11.	Punjul	0,0045	0,0005	0,0010	0,0060
12.	Klanderan	0,0018	0,0003	0,0004	0,0025
13.	Donganti	0,0004	0,0001	0,0001	0,0006
14.	Kawedusan	0,0036	0,0004	0,0008	0,0046
15.	Sumberagung	0,0061	0,0003	0,0013	0,0076
Jumlah Kebutuhan Air					0,0696

Sumber : Hasil Perhitungan

d) Kebutuhan air Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi

Kebutuhan air pada pipa transmisi dihitung untuk aliran air dari sumber ke reservoir. Kebutuhan air pada pipa distribusi merupakan kebutuhan air yang dialiri ke daerah pelayanan. Contoh perhitungan kebutuhan air pipa transmisi dan pipa distribusi Desa Gondang :

$$\begin{aligned} \text{Pipa Transmisi} &= \text{Total Kebutuhan air} \times \text{Faktor Hari Puncak} \\ &= 0,0696 \times 1,15 = 0,080 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pipa Distribusi} &= \text{Total Kebutuhan air} \times \text{Faktor Jam Puncak} \\ &= 7,167 \times 1,75 = 0,122 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Sehingga hasil perhitungan kebutuhan air pipa transmisi dan distribusi sebagai berikut :

Tabel 7. Kebutuhan air Pipa Transmisi dan Distribusi

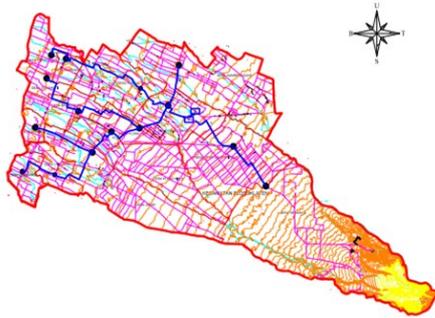
No	Desa	Keb. Pipa Transmisi (l/dt)	Keb. Pipa Distribusi (l/dt)
1.	Gondang	0,0058	0,0089
2.	Kayunan	0,0032	0,0049
3.	Panjer	0,0015	0,0022
4.	Jarak	0,0113	0,0172
5.	Sepawon	0,0062	0,0095
6.	Plosokidul	0,0035	0,0054
7.	Brenggolo	0,0058	0,0089
8.	Plosolor	0,0041	0,0062
9.	Wonorejo T	0,0046	0,0070
10.	Pranggang	0,0091	0,0138
11.	Punjul	0,0069	0,0105
12.	Klanderan	0,0029	0,0044
13.	Donganti	0,0006	0,0011
14.	Kawedusan	0,0047	0,0083
15.	Sumberagung	0,0076	0,0144
Total		0,080	0,122

Sumber : Hasil Perhitungan

Skema, Lay out dan Dimensi Pipa

a) Lay Out Jaringan Pipa

Lay out jaringan pipa pada Kecamatan Plosoklaten seperti pada gambar 3 berikut :



Gambar 3 Lay Out Jaringan Pipa Kecamatan Plosoklaten. (Sumber : Hasil Penggambaran)

b) Dimensi Pipa

Analisa hidrolika dihitung untuk menentukan besar dimensi yang akan digunakan pada jaringan pipa.

Contoh perhitungan pada Node S-R:

Diketahui :

Elevasi Tanah Hulu = ±237.50

Elevasi Tanah Hilir = ±237.50

Panjang pipa = 381.295 m

Debit Air = 0,080 m³/dt

Batas kecepatan min dan max = 0.3 – 3.0 m/dt

Sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

$$1. D_{max} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V_{min} \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0.080}{0.30 \times \pi}}$$

$$= 0,58 \text{ m}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V_{max} \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0.080}{3.0 \times \pi}}$$

$$= 0,18 \text{ m}$$

Digunakan D pakai sesuai dengan yang ada di lapangan berdasarkan batas min dan max yaitu diambil 0.40 m.

$$2. H_f = \left(\frac{Q}{0.2875 \times c \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L$$

$$= \left(\frac{0.080}{0.2785 \cdot 140 \cdot 0.40^{2.63}} \right)^{1.85} \times 381.295$$

$$= 0,35 \text{ m}$$

3. Elevasi Tinggi Energi Hulu

Pada kasus ini tekanan di node S (P₁) adalah 0 karena diasumsikan berada pada ketinggian yang sama dengan tanah asli. Elevasi Tinggi Energi Hilir (Sisa Tekan)

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

$$\frac{P_2}{\gamma} = (h_1 - h_2) + \left(\frac{v_1^2}{g} - \frac{v_2^2}{g} \right) + \frac{P_1}{\gamma} - hl$$

Kecepatan dalam pipa (v) dianggap sama, dengan demikian elevasi tinggi energi hilir (P₂) dapat dihitung dengan rumus :

$$P_2 = \Delta H + P_1 - hl$$

$$= 0 + 0 - 0.40$$

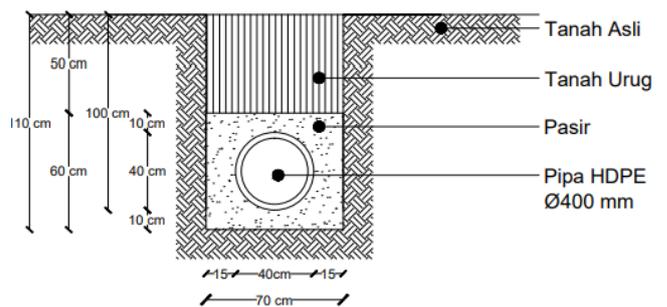
$$= -0.35$$

Sisa tekan yang dihitung memenuhi syarat perencanaan yaitu 10 – 100 m. Sehingga dimensi yang digunakan sesuai dengan hasil perhitungan yaitu :

Tabel 8. Dimensi Pipa

Node	Ø Pipa (m)	Panjang Pipa (m)
Transmisi	0,400	381,295
Distribusi	0,200	2358,98
	0,200	2222,85
	0,315	816,24
	0,200	1670,20

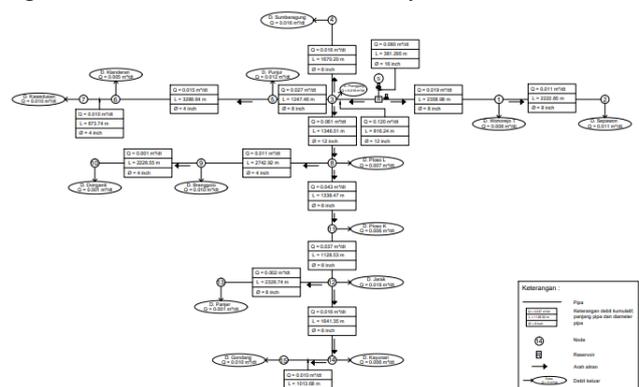
Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4 Potongan Melintang Pipa HDPE Ø400 mm. (Sumber : Hasil Penggambaran)

c) Skema Jaringan Pipa

Skema Jaringan Pipa berdasarkan ukuran dimensi yang digunakan di Kecamatan Plosoklaten yaitu :



Gambar 5. Skema Jaringan Pipa (Sumber : Hasil Penggambaran)

Reservoir

Dalam mendesain *reservoir* harus menampung debit air yang dibutuhkan serta memperhatikan tekanan air yang masuk dan keluar dari *reservoir*. Kapasitas *reservoir* sesuai dengan Debit total Kebutuhan saat jam puncak dan disuplai selama 24 jam. Perhitungan volume *reservoir* sesuai dengan tabel fluktuasi kebutuhan air berikut :

Tabel 9. Fluktuasi Kebutuhan Air

Periode	j m	Pem jam	Jml Pem.	Sup	Jml Sup	Sur	Def
24.00-05.00	7	0,75	3,75	4,17	20,83	17,08	
05.00-06.00	1	4,00	4,00	4,17	4,17	0,17	
06.00-07.00	1	6,00	6,00	4,17	4,17		-1,83
07.00-09.00	2	8,00	16,00	4,17	8,33		-7,67
09.00-10.00	1	6,00	6,00	4,17	4,17		-1,83
10.00-13.00	3	5,00	15,00	4,17	12,50		-2,50
13.00-17.00	4	6,00	24,00	4,17	16,67		-7,33
17.00 – 18.00	1	10,00	10,00	4,17	4,17		-5,83
18.00 – 20.00	2	4,50	9,00	4,17	8,33		-0,67
20.00 – 21.00	1	3,00	3,00	4,17	4,17	1,17	
21.00 – 22.00	1	1,75	1,75	4,17	4,17	2,42	
22.00-24.00	1	0,75	1,50	4,17	8,33	6,83	
Total			100		100	27,67	27,67

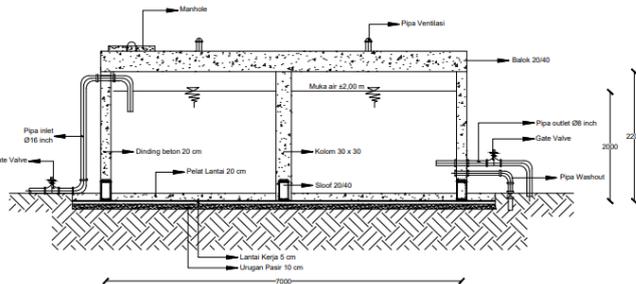
Sumber : Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum

Perhitungan volume reservoir berdasarkan debit kebutuhan saat jam puncak dengan dialiri penuh selama 24 jam yaitu dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Prosentase Volume Reservoir} &= \frac{(\text{Surplus air} + \text{Defisit air})}{2} \\ &= \frac{(27,67\% + 27,67\%)}{2} \\ &= 27,67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Reservoir} &= \text{Prosentase volume} \times \text{Q Kebutuhan} \times \\ &\text{Waktu Pengaliran} \\ &= 27,67\% \times 0,080 \text{ m}^3/\text{dt} \times 3600 \text{ dt} \\ &= 79,363 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga volume reservoir yang digunakan yaitu 7 m x 7 m x 2,2 m dengan volume total 92,4 m³.



Gambar 6. Reservoir

4. KESIMPULAN

- 1) Jumlah Penduduk Kecamatan Plosoklaten pada tahun 2030 adalah 80,357 jiwa.
- 2) Debit yang dibutuhkan untuk mengalir Kecamatan Plosoklaten sebesar 0.139 m³/dt.
- 3) Pipa yang digunakan pada pipa transmisi yaitu pipa HDPE Ø400 mm dengan panjang 381.295 m. Pipa Distribusi HDPE terbagi menjadi beberapa diameter yaitu Ø200, Ø315, Ø110 mm dengan total panjang pipa sepanjang 26,047 meter.
- 4) Reservoir yang digunakan untuk mengalir 14 desa yaitu 7 m x 7 m x 2,2 m terletak pada elevasi ±237,50 m.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Pusat Statistik 20101-2020. Plosoklaten Dalam Angka
 [2] Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.2002. Pedoman /Petunjuk Teknik

dan Manual. Jakarta : Balitbang Departemen Kimpraswil.
 [3] Dir. Penyelidikan Masalah Air, Jakarta, Maret 1981 (241/LA-18/1981). *Kriteria dan Standard kualitas air nasional*.
 [4] Ditjen Cipta Karya. 2000. Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU
 [5] Gancakra Pribadi, Eko Noer Hayati, A. R. (2018). Perencanaan Sistem Jaringan Air Bersih pada Perumahan The Araya Cluster Jasmine Valley Kota Malang. *Rekayasa Sipil*.
 [6] *Haestad Methods*. 2001. *User's Guide atercadV 4.3 for Windows*. Waterbury CT. USA : Haestad Press.
 [7] *Ir. Soelarso MSME*. 2000. *Pumps and Compressors*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
 [8] Kartikasari, D. (2019). Analisis Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Mojosari Kecamatan Mantup. *Rang Teknik Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.31869/rtj.v2i1.937>
 [9] Nelwan, F., Wuisan, E. M., & Tanudjaja, L. (2013). Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori. *Jurnal Sipil Statik*.
 [10] Official Journal of the EEC. *Standar air di M.E.E.,* , No. C 214/6 s/d 11, 18/9/75 Directives
 [11] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 18/PRT/M/2007. Pedoman Penyusunan Perencanaan Teknis Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya.
 [12] SNI 6774:2008. Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air
 [13] SNI 7509-2011. 2011 Tata Cara Perencanaan teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
 [14] Sugiyono. (2015). Sugiyono, Metode Penelitian dan Pengembangan Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D , (Bandung: Alfabeta, 2015), 407 1. *Metode Penelitian Dan Pengembangan Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, Dan R&D*.
 [15] Takeda, K., & Sosrodarsono, S. (2003). Hidrologi untuk Pengairan. *Editor Sosrodarsono, S. PT Pradnya Paramita: Jakarta*.
 [16] Triatmadja Radianta. 2009. *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*. Yogyakarta : Fakultas Teknik. Univeritas Gajah Mada.
 [17] Triatmojo Bambang, Hidrolika I, 2003, Jogjakarta, Beta Offset
 [18] Yosefa, F., & Indarjanto, H. (2017). Analisis Perencanaan dan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih di PDAM Tulungagung. *Jurnal Teknik ITS*. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.21633>