

## PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KECAMATAN PULE KABUPATEN TRENGGALEK JAWA TIMUR

Brian Fajar Pranaja<sup>1</sup>, Agus Suhardono<sup>2</sup>, Mohamad Zeinurianto<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</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

Email: [brianpranaja892@gmail.com](mailto:brianpranaja892@gmail.com)<sup>1</sup>, [agus.suhardono@polinema.ac.id](mailto:agus.suhardono@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [mzenurianto@polinema.ac.id](mailto:mzenurianto@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Kecamatan Pule Trenggalek memiliki luas 11.812 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 10 desa berada pada daerah perbukitan dan pegunungan, sehingga merupakan perairan bersih. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui jumlah penduduk pada tahun 2032, mengetahui berapa kebutuhan air bersih di Kecamatan Pule, Menentukan dimensi pipa distribusi yang harus dipasang di Kecamatan Pule, Merancang dimensi bangunan waduk dan struktur pendukung lainnya, tanpa menghitung strukturnya, Perkiraan biayanya. Data yang dibutuhkan berupa peta topografi, Google Earth, jumlah penduduk Pule tahun 2013 – 2022 dan fasilitas umum dari BPS, serta Harga Satuan Kerja (HSPK) Kabupaten Trenggalek tahun 2022. Data tersebut diolah dengan menggunakan metode aritmatika, geometri, dan eksponensial. Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui debit kebutuhan air dan dimensi pipa distribusi dan transmisi serta perkiraan biayanya. Desain tersebut menghasilkan 65.541 populasi; kebutuhan air bersih 0,152 m<sup>3</sup>/detik; Ø6, Ø5, Ø4, Ø3 inci pipa HDPE; reservoir 6x6m, 5x5m, 4x4m, 3x3m; pompa dengan arah total 100m dan 10m; seharga Rp3.383.982.508,00.

**Kata kunci** : perencanaan, air bersih, jaringan pipa, dimensi pipa

### ABSTRACT

11,812 km<sup>2</sup> Pule District Trenggalek consisting of 10 villages is on hilly and mountainous area, So it is clean water. The purpose of this thesis was to find out the number of population in 2032, find out how much clean water is needed in Pule District, Determine the dimensions of the distribution pipe that must be installed in Pule District, Designing the dimensions of the reservoir building and other supporting structures, without calculating the structure, Estimate the costs The required data were of topographic map, Google Earth, population of Pule 2013 – 2022 and public facilities from BPS, and Work Unit Price (or HSPK) Trenggalek District 2022. The data were processed using arithmetic, geometric, and exponential methods. Hydraulics analysis was carried out to determine the water demand discharge and the dimensions of the distribution and transmission pipelines as well as the estimation of the costs. The design resulted in 65,541 population; 0.152 m<sup>3</sup>/second clean water demand; Ø6, Ø5, Ø4, Ø3inch HDPE pipes; 6x6m, 5x5m, 4x4m, 3x3m reservoirs; 100m and 10m total headed pumps; at Rp.3,383,982,508.00.

**Keywords:** design, clean water, pipelines, pipe dimensions

### 1. PENDAHULUAN

Kecamatan Pule adalah salah satu wilayah di Kota Trenggalek yang memiliki luas wilayah sebesar 11,812 km<sup>2</sup> dan terdiri dari 10 desa. Sebagian besar daerah Kecamatan Pule merupakan perbukitan dan pegunungan, sehingga banyak desa yang terletak di dataran tinggi.

Meskipun Kecamatan Pule memiliki pasokan air yang mencukupi dari mata air selama musim penghujan. Tantangannya adalah bagaimana mengalirkan air dari sumber tersebut secara efisien agar dapat dimanfaatkan oleh penduduk selama musim kemarau. Dengan perencanaan jaringan air bersih, diharapkan dapat meningkatkan distribusi air bersih ke beberapa desa di Kecamatan Pule secara optimal.

Adanya penambahan jumlah fasilitas umum dan fasilitas penunjang di Kecamatan Pule, kebutuhan air untuk mendukung aktivitas masyarakat juga mengalami peningkatan. Mengingat besarnya kebutuhan air yang terus meningkat setiap tahunnya, judul Skripsi yang diusung adalah "*Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Pule Kabupaten Trenggalek Jawa Timur*". Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam optimalisasi pemenuhan kebutuhan air bersih di Kota Trenggalek, khususnya di Kecamatan Pule.

### 2. METODE

#### Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Pada perancangan sistem distribusi air bersih, beberapa kriteria

dasar diperlukan sebagai landasan perencanaan. Peningkatan kebutuhan air bersih terjadi seiring berjalannya waktu, terutama dengan pertumbuhan jumlah penduduk di masa depan.

a) Metode Aritmatik

Metode ini cocok untuk wilayah di mana populasi terus berkembang dan berkembang.

Rumus perhitungannya:

$$Pt = Po (1 + n.r) \dots \dots \dots (1)$$

b) Metode Geometrik

Metode ini mengasumsikan bahwa pertumbuhan penduduk secara otomatis meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Pendekatan ini tidak mempertimbangkan kemungkinan terjadinya penurunan pertumbuhan, yang dapat disebabkan oleh mendekati batas kepadatan penduduk maksimal.

Rumus perhitungannya:

$$Pt = Po (1 + r)^n \dots \dots \dots (2)$$

c) Metode Eksponensial

$$Pt = Po x e^{rn} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- Pt : Jumlah Penduduk Pada Akhir Periode (orang)
- Po : Jumlah Penduduk Pada Awal Periode (orang)
- r : Jumlah Penduduk
- n : Tahun Proyeksi

Dengan rumus tingkat pertumbuhan penduduk yaitu:

$$r = \left( \frac{\text{penduduk } (n) - \text{penduduk } (n - 1)}{\text{penduduk } (n - 1)} \right) x 100 \% \dots (4)$$

$$r \text{ rata rata} = \frac{\text{jumlah rata-rata pertumbuhan}}{\text{jumlah tahun data}} \dots \dots \dots (5)$$

Dari perhitungan yang dilakukan untuk ketiga metode proyeksi penduduk, standar deviasi dari masing-masing metode dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (xi - xr)^2}{(n-1)}} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

- Sd : Simpangan Baku (Standar Deviasi )
- Xi: Nilai Data
- Xr : Nilai Data Rata-Rata
- n :Jumlah Data

**Kebutuhan Air Bersih**

Kebutuhan air merujuk pada jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dasar suatu unit konsumsi air, termasuk perhitungan kerugian air dan kebutuhan untuk memadam kebakaran. Kebutuhan dasar dan kerugian tersebut dapat bervariasi seiring berjalannya waktu, baik dalam skala harian, mingguan, bulanan, maupun selama setahun. Jumlah air yang digunakan untuk berbagai keperluan ini dikenal sebagai pemakaian air. Terdapat beberapa metode proyeksi kebutuhan air yang dapat digunakan.

a.) Kebutuhan Air Domestik (Qd)

Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti memasak, minum, dan mencuci disebut kebutuhan domestik. Kebutuhan ini merupakan kebutuhan yang penting untuk menganalisa kebutuhan penyediaan di masa mendatang yang didasarkan pada analisis jumlah penduduk pada tahun perencanaan. Standar kebutuhan yang digunakan berdasarkan ketentuan yang berlaku, seperti SNI, PU dan standar lain

Untuk rumus perhitungannya sebagai berikut

-Sambungan Rumah  
 $SR = \sum \text{Penduduk Terlayani} \times SR\% \dots \dots \dots (7)$

-Hidran Umum  
 $HU = \sum \text{Penduduk Terlayani} \times HU\% \dots \dots \dots (8)$

Sehingga Total Kebutuhan Air Domestik Yaitu:

$$Qd = SR + HU \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

SR= Sambungan Rumah

HU=Hidran Umum

Qd= Kebutuhan Domestik

b.) Kebutuhan Air Domestik (Qnd)

Perhitungan jumlah air yang digunakan untuk fasilitas umum dan sosial disebut sebagai kebutuhan non domestik. Proyeksi Fasilitas menggunakan rumus perbandingan dibawah ini :

$$Qnd = \sum F \text{ Fasilitas Umum} \times \text{Nilai Konsumsi} \dots \dots (10)$$

Keterangan:

Qnd= Kebutuhan Air Non Domestik

Jumlah fasilitas umum yang digunakan, atau jumlah fasilitas umum yang diproyeksikan, sesuai dengan umur rencana sepuluh tahun, dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\frac{\text{Jumlah penduduk proyeksi tahun ke - n}}{\text{Jumlah penduduk tahun awal}} = \frac{\text{Fasilitas Tahun ke - n}}{\text{Fasilitas tahun awal}} \dots (11)$$

c.) Kebutuhan Air Domestik (Qnd)

Kehilangan Air adalah perbedaan antara jumlah air yang disediakan (*water supply*) dan jumlah air yang dikonsumsi atau digunakan (pemakai air), sesuai dengan kategorisasi Desa, berdasarkan rumus yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya pada tahun 2000.

Nilai Kebocoran =Faktor Kebocoran Air x (Qd+Qnd).....12

Sehingga total kebutuhan air yang digunakan yaitu:

Q kebutuhan

$$\text{Total} = Q + Qnd + \text{Nilai Kebocoran} \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan:

Qd = Kebutuhan air domestic

Qnd= Kebutuhan air non domestic

d) Kebutuhan air pipa Transmisi dan pipa distribusi

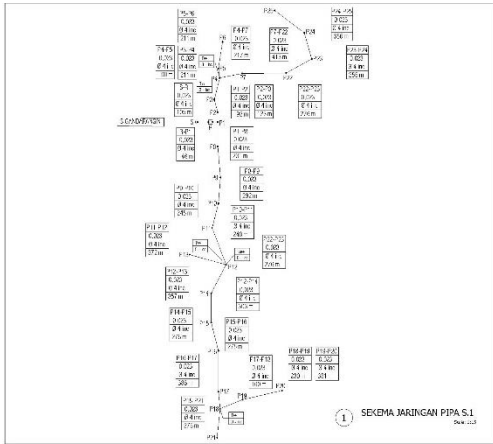
Pemakaian air untuk pipa distribusi memiliki faktor jam puncak sebesar 1,75, sementara pemakaian air untuk pipa transmisi memiliki faktor harian puncak sebesar 1,15.

**Tingkat Pelayanan Air Bersih**

Tingkat pelayanan air baku yang diterapkan mencapai 90%, yang berarti 90% dari debit air dapat disalurkan, sementara 10% sisanya mengalami kegagalan atau tidak dapat disalurkan.

**Sistem dan Jaringan Pipa Air Bersih**

Rangkaian pipa distribusi dimulai dari sumber air melalui pipa transmisi menuju reservoir. Reservoir berfungsi sebagai tempat penampungan air sementara, yang kemudian dialirkan menuju wilayah pelayanan. Berikut contoh skema jaringan air bersih:



Gambar 1. Skema Jaringan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem pipa air bersih, rumus yang digunakan untuk mengukur dimensi pipa adalah sebagai berikut:

$$Q = A \times v \dots\dots\dots(14)$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \dots\dots\dots(15)$$

Penurunan tekanan yang terjadi akibat aliran dalam pipa

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{(1.67)(C)I^{0.54}}{Q}} \dots\dots\dots(16)$$

$$H_f = \left(\frac{Q}{0.2785 \times C \times D^{2.63}}\right)^{1.85} \times L \dots\dots\dots(17)$$

Perhitungan tinggi energi berdasarkan rumus Bernoulli yaitu :

$$H_1 + \frac{v^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = H_2 + \frac{v^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + h_f \dots\dots\dots(18)$$

mengalami tegangan geser dan perubahan kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Keterangan:

- Q = Debit Aliran Pipa (l/dt)
- A = Luas Penampang Pipa (m<sup>2</sup>)
- D = Diameter Pipa
- H<sub>f</sub> = Sisa tekan
- V = Kecepatan Aliran
- P = Tekanan Air
- C = Kekasaran Pipa

**Reservoir**

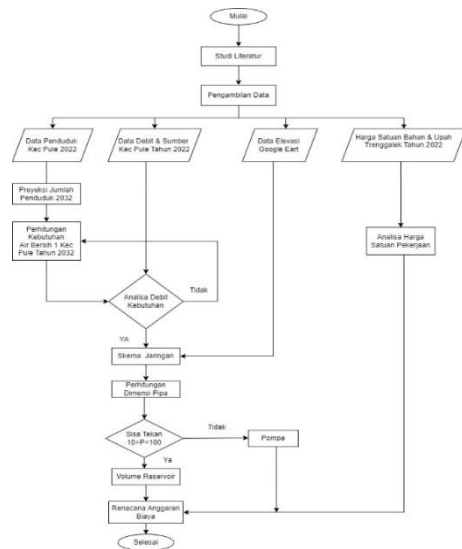
Fungsi utama dari reservoir adalah menyimpan air secara sementara untuk menjaga keseimbangan antara debit air dari sumber dengan debit air yang digunakan untuk layanan selama 24 jam. Berikut adalah tabel fluktuasi yang digunakan untuk menentukan volume reservoir.

Tabel 1 pola pemakaian air dalam sehari

Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum								
Waktu	Jumlah Jam	Suplai air per jam (%)	Pemakaian per jam (%)	Total Suplai (%)	Total Pemakaian (%)	Volume Reservoir		
						Surplus	Defisit	
24.00	-	5.00	4.17	0.75	20.83	3.75	17.08	
5.00	-	6.00	4.17	4.00	4.17	4.00	0.17	
6.00	-	7.00	4.17	6.00	4.17	6.00	- 1.83	
7.00	-	9.00	4.17	8.00	8.33	16.00	- 7.67	
9.00	-	10.00	4.17	6.00	4.17	6.00	- 1.83	
10.00	-	13.00	4.17	5.00	12.50	15.00	- 2.50	
13.00	-	17.00	4.17	6.00	16.67	24.00	- 7.33	
17.00	-	18.00	4.17	10.00	4.17	10.00	- 5.83	
18.00	-	20.00	4.17	4.50	8.33	9.00	- 0.67	
20.00	-	21.00	4.17	3.00	4.17	3.00	1.17	
21.00	-	22.00	4.17	1.75	4.17	1.75	2.42	
22.00	-	24.00	4.17	0.75	8.33	1.50	6.83	
Jumlah	24			55.75	100	100	27.67	

Sumber Dirjen PU 2000

**Bagan Alir Penelitian**



Gambar 2 Diagram Alir Perencanaan

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proyeksi Pertumbuhan Penduduk**

Perencanaan menghitung proyeksi jumlah penduduk dengan tujuan mengetahui jumlah penduduk yang diperkirakan pada tahun yang direncanakan. Proyeksi jumlah penduduk dihitung dengan memproyeksikan data sesuai dengan periode perencanaan, yang dalam hal ini adalah 10 tahun.

a) Rasio pertumbuhan Penduduk

Rasio tingkat pertumbuhan penduduk Desa Sidomulyo: Contoh perhitungan tahun 2013-2022 di Desa Sidomulyo :

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

$$r_{2013} = \frac{7,102 - 7,044}{7,044} \times 100\% = 0,82\%$$

Rasio penduduk dihitung setiap tahun hingga mencapai data tahun 2022. Setelah perhitungan rasio tahunan, dilakukan perhitungan rata-rata pertumbuhan untuk masing-masing desa. Rasio rata-rata dari hasil tersebut digunakan untuk memproyeksikan pertumbuhan penduduk di Kecamatan Pule, Kabupaten Trenggalek, selama 10 tahun ke depan. Proyeksi ini dilakukan dengan memanfaatkan metode aritmatika, dengan memperhatikan standar deviasi terkecil.

Tabel 2 Rasio rata rata setiap desa

r	=	Sidomulyo
r2	=	0,82%
r3	=	0,75%
r4	=	0,70%
r5	=	0,65%
r6	=	0,65%
r7	=	0,59%
r8	=	0,56%
r9	=	-0,01%
r10	=	13,55%
Rata-rata	=	2,03%

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3 Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun 2032

Sumber: Hasil Perhitungan

Desa / Kelurahan	Pertumbuhan Penduduk										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1 Sidomulyo	7044	7102	7155	7205	7252	7299	7342	7383	7382	8382	10082
2 Puyung	4691	4703	4709	4714	4718	4719	4719	4718	4719	4719	47750

3	Joho	4147	4159	4167	4173	4177	4182	4184	4185	4186	4186	4230
4	Kembangan	1705	1706	1705	1702	1699	1697	1693	1688	1689	1689	1671
5	Pakel	2846	2845	2843	2839	2835	2831	2823	2817	2818	2818	11435
6	Pule	10320	10320	10316	10302	10284	10266	10242	10218	10219	10219	10107
7	Jombok	8829	8833	8828	8819	8807	8795	8777	8757	8757	8757	8677
8	Tangaran	4562	4584	4601	4617	4631	4643	4655	4665	4666	4666	4783
9	Karanganyar	4231	4232	4229	4225	4218	4212	4203	4193	4194	4194	4153
10	Sukokidul	2942	2959	2974	2988	3001	3013	3023	3033	3035	3035	5652
	Jumlah	51317	51443	51527	51584	51622	51657	51661	51657	52665	56665	65541

**Kebutuhan Air Bersih**

Jumlah penduduk setiap desa pada tahun 2032 termasuk tergolong kota kecil dengan presentase 20.000 s/d 100.000

a) Kebutuhan Air Domestik

Cakupan pelayanan = 90%

Kebutuhan Sambungan Rumah (SR) = 80

Kebutuhan Hidran Umum (HU) = 20

Tingkat pelayanan SR : HU = 70% : 30%

Sebagai contoh perhitungan kebutuhan air domestik untuk sambungan rumah pada Desa Sidomulyo sebagai berikut :

Jumlah Penduduk Terlayani

$$= \text{Cakupan layanan} \times \text{Pend. 2032}$$

$$= 90\% \times 10082 \text{ jiwa}$$

$$= 9073 \text{ jiwa}$$

Kebutuhan Sambungan Rumah (SR)

$$= \text{Pend} \times \text{Stand. Keb. Air} \times 70\%$$

$$= 9073 \times 80 \times 70\%$$

$$= 508113,89 \text{ liter/hari}$$

$$= 0.0059 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Kebutuhan Hidran Umum (HU) = Pend × Stand. Keb. Air × 30 %

$$= 9073 \times 20 \times 30\%$$

$$= 54440,77 \text{ liter/hari}$$

$$= 0.0006 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Sehingga Nilai (Qd)

$$= 0.0065 \text{ m}^3/\text{detik} + 0.0006$$

$$= 0.0059$$

Berikut ini adalah hasil perhitungan kebutuhan air domestik

**Tabel 4** Rasio rata rata setiap desa

Desa	Jumlah Penduduk 2032 (org)	Cakupan Pelayanan (%)	Penduduk Terlayani		Tingkat Pelayanan (%)		Konsumsi Air Rata-rata (lt/org/hr)		Jumlah Pemakaian (liter/hari)		Kebutuhan Air Domestik (liter/hari)	(Qd) (m <sup>3</sup> /detik)
			SR	HU	SR	HU	SR	HU				
			(org)	(%)	(lt/org/hr)	(%)	(lt/org/hr)	(lt/org/hr)				
Sidomulyo	10082	90%	9073	70%	30%	80	20	508113.89	54440.77	562554.66	0.0065	
Puyung	4750	90%	4275	70%	30%	80	20	239411.61	25651.24	265062.85	0.0031	
Joho	4230	90%	3807	70%	30%	80	20	213170.61	22839.71	236010.32	0.0027	
Kembangan	1671	90%	1504	70%	30%	80	20	84234.90	9025.17	93260.07	0.0011	
Pakel	11435	90%	10292	70%	30%	80	20	576336.29	61750.32	638086.61	0.0074	
Pule	10107	90%	9097	70%	30%	80	20	509414.83	54580.16	563994.99	0.0065	
Jombok	8677	90%	7810	70%	30%	80	20	437340.88	46857.95	484198.83	0.0056	
Tangaran	4783	90%	4305	70%	30%	80	20	241066.24	25828.53	266894.76	0.0031	
Karanganyar	4153	90%	3738	70%	30%	80	20	209316.63	22426.78	231743.41	0.0027	
Sukokidul	5652	90%	5087	70%	30%	80	20	284863.29	30521.07	315384.36	0.0037	
Qd Total Kecamatan Pule												0,0423

Sumber: Hasil Perhitungan

b) Kebutuhan Air Non Domestik

Menghitung jumlah air yang digunakan untuk fasilitas umum dan sosial disebut sebagai kebutuhan non domestik. Rumus perbandingan berikut digunakan untuk menilai fasilitas:

$$\frac{\text{Jumlah penduduk proyeksi tahun ke - n}}{\text{Jumlah penduduk tahun awal}} = \frac{\text{Fasilitas Tahun ke - n}}{\text{Fasilitas tahun awal}}$$

Contoh perhitungan kebutuhan non domestik untuk fasilitas masjid pada Desa Sidomulyo :

Jumlah fasilitas masjid pada Desa Sidomulyo tahun 2022

Jumlah penduduk Desa Sidomulyo pada tahun 2022

$$= 8382 \text{ jiwa}$$

Jumlah penduduk Desa Sidomulyo pada tahun rencana

2032 = 10082 jiwa

Maka jumlah fasilitas masjid pada Desa Sidomulyo pada

tahun 2032 (diasumsikan x) dapat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{10082 \text{ jiwa}}{8382 \text{ jiwa}} = \frac{x}{11 \text{ unit}}$$

$$x = \frac{10082 \times 11}{8382}$$

$$x = 25$$

$$x \approx 25 \text{ unit}$$

**Tabel 5** Kebutuhan air non domestik

DESA	FASILITAS UMUM TAHUN 2032					
	Sekolah	Masjid	Mushola	Puskesmas	Apotek	Pasar
Sidomulyo	13	25	23	1	1	1
Puyung	8	24	15	0	0	0
Joho	9	15	30	1	0	0
Kembangan	5	7	9	0	0	0
Pakel	20	14	31	0	0	0
Pule	22	43	45	1	1	1
Jombok	26	27	48	1	1	0
Tangaran	5	11	23	1	0	1
Karanganyar	10	14	26	0	0	0
Sukokidul	10	11	18	1	0	0

Sumber: Hasil Perhitungan

a.) Kehilangan air

Kehilangan air adalah perbedaan antara penyediaan (*water supply*) dan konsumsi (*water consumption*). Berdasarkan kriteria Direkotrat Jenderal Pengairan Tahun 2000, besar kehilangan air untuk kategori Kota Kecil adalah sebesar 20% - 30% dari kebutuhan harian rata-rata.

Diasumsikan angka kehilangan air adalah sebesar 20%, sehingga contoh perhitungan kehilangan air pada Desa Sidomulyo adalah sebagai berikut :

$$Qrt = 0.0088 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Qha = 20\% \times 0.0088$$

$$= 0,0018 \text{ m}^3/\text{dt}$$

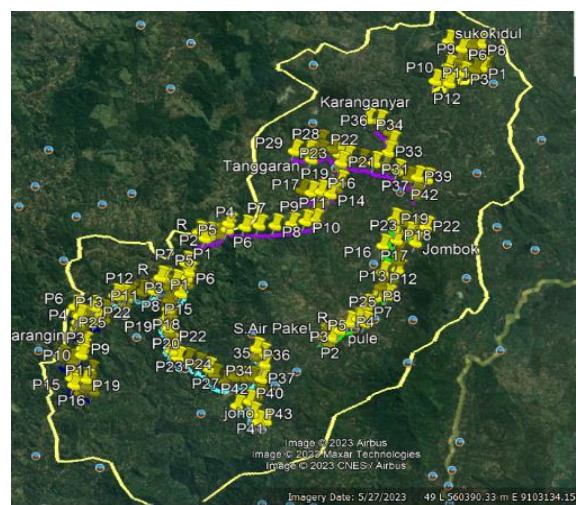
**Tabel 6** Hasil Perhitungan Kehilangan Air

Desa	PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR			
	Qd m <sup>3</sup> /detik	Qnd m <sup>3</sup> /detik	Qrt (Qd + Qnd)	Qha 20%
Sidomulyo	0.0065	0.0023	0.0088	0.0018
Puyung	0.0031	0.0016	0.0047	0.0009
Joho	0.0027	0.0019	0.0047	0.0009
Kembangan	0.0011	0.0007	0.0018	0.0004
Pakel	0.0074	0.0023	0.0096	0.0019
Pule	0.0065	0.0039	0.0104	0.0021
Jombok	0.0056	0.0035	0.0091	0.0018
Tangaran	0.0031	0.0014	0.0045	0.0009
Karanganyar	0.0027	0.0017	0.0044	0.0009
Sukokidul	0.0037	0.0014	0.0051	0.0010

Sumber: Hasil Perhitungan

b.) Lay out Jaringan Pipa

Lay Out Jaringan Pipa Pada Kecamatan pule ada 5 sumber Sehingga ada 5 layout dan 5 skema jaringan,Sebagai contoh sumber air gandarangin



**Gambar 3** Layout Jaringan Pipa Sumber Gandarangin

Sumber : Hasil Perhitungan



c.) Dimensi Pipa dan Sisa Tekan

Perhitungan dimensi jaringan pipa menghasilkan output berupa besar dimensi pipa yang akan digunakan serta nilai sisa tekan pada saluran. Terdapat 5 sumber air di kecamatan pule Berikut tabel perhitungan dimensi pipa distribusi.

$$1. D \text{ Pipa Minimum} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V_{max} \times \pi}}$$

Contoh perhitungan pada pipa S – R,

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.023}{4,5 \times \pi}} = 0.081 \text{ m}$$

$$2. D \text{ Pipa Maksimum} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V_{min} \times \pi}}$$

Contoh perhitungan pada pipa S – R,

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.023}{0.3 \times \pi}} = 0.315 \text{ m}$$

$$3. Hf = \left( \frac{Q}{0.2785 \cdot CHw \cdot D_{pakai}^{2.63}} \right)^{1.85} \times L$$

Contoh perhitungan pada pipa S – R,

$$Hf = \left( \frac{0.023}{0.2785 \cdot 140 \cdot 0.090^{2.63}} \right)^{1.85} \times 105 = 14,14 \text{ m}$$

4. Elevasi tanah hulu node S = +916 m

Elevasi hilir, node R = +941 m

$$\Delta h = (+916) - (+941)$$

$$= - 25,0 \text{ m}$$

5. Elevasi tanah hulu node S = +916 m

Kedalaman sumber = -1 m

Elevasi pipa hulu S – R = +916 – 1

$$= +915 \text{ m}$$

6. Elevasi pipa hulu S – R = +915 m

Δh pipa S – R = -25,0 m

Elevasi pipa hilir S – R = (+915) – (- 25,0)

$$= +940 \text{ m}$$

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + hL$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = (h_1 - h_2) + \left( \frac{V_1^2}{g} - \frac{V_2^2}{g} \right) + \frac{P_1}{\gamma} - hl$$

Kecepatan dalam pipa (V) dianggap sama, dengan demikian elevasi tinggi energi hilir (P<sub>2</sub>) dapat dihitung dengan rumus :

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

Contoh perhitungan pada pipa S – R,

Diketahui

$$\Delta H = - 25,0 \text{ m}$$

$$P_1 = \text{elevasi tinggi energi hulu} = 0$$

$$hl \text{ (hf)} = 14,14 \text{ m}$$

Elevasi tinggi energi hilir S – R (P<sub>2</sub>)

$$P_2 = \Delta H + P_1 - hl = (-25,0 + 0 - 20,00) = - 19,14 \text{ m}$$

Sisa Tekan Antara elevasi tinggi energi hulu dikurangi elevasi tinggi energi hilir= 39,1 m

Sisa tekan yang dihitung memenuhi syarat perencanaan yaitu 10-100 m. Sehingga hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil Perhitungan Dimensi Pipa

Pipa	Elevasi Tanah		Panjang Antar Node	Sesish elevasi Tanah	Q kebutuhan	V min	Vmax	Diameter			
	Hulu	Hilir						Min	Max	Dipakai	D pakai
	(m)		(m)	(m3/dt)	(m/dt)			(mm) (inc)			

[1]	[2]	[3]	[4]	[6]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]		
S-R	916	941	105	-25	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
R-P1	941	947	46	-6	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P1-P2	947	955	92	-8	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P2-P3	955	959	123	-4	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P3-P4	959	965	211	-6	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P4-P5	965	964	90	1	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P5-P6	964	964	255	0	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P4-P7	965	951	217	14	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P1-P8	947	945	231	2	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P8-P9	945	941	292	4	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P9-P10	941	942	245	-1	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P10-P11	942	944	240	-2	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P11-P12	944	930	372	14	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P12-P13	930	891	357	39	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P12-P14	930	906	303	24	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P14-P15	906	903	276	3	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P15-P16	903	894	275	9	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P16-P17	894	848	386	46	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P17-P18	848	863	160	-15	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P18-P19	863	878	230	-15	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P19-P20	878	819	381	59	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P18-P21	863	861	276	2	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P7-P22	951	957	413	-6	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P22-P23	957	960	276	-3	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P23-P24	960	979	256	-19	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4
P24-P25	979	973	356	6	0.023	0.3	4.5	0.081	0.315	0.090	90	4

Sumber: Hasil Perhitungan

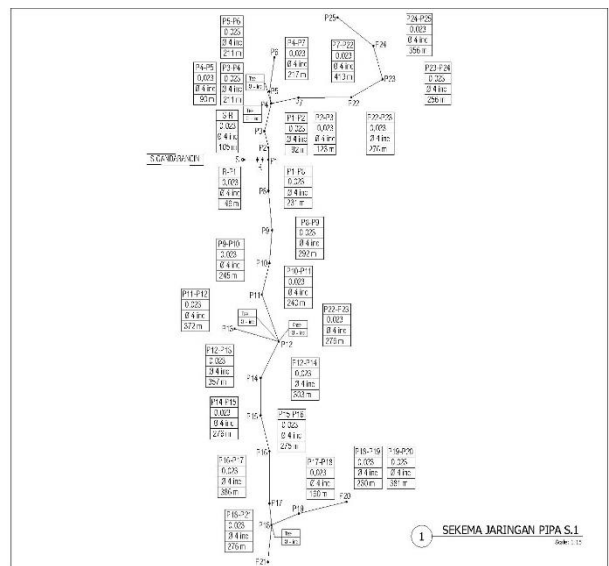
Tabel 8 Hasil Perhitungan Sisa Tekan

Hf	ΔH	CH	Elv. Pipa		Elv. Tinggi Energi		Sisa Tekan				P Kontrol		SOLUSI	
			Hulu (m)	Hilir (m)	Hulu (m)	Hilir (m)	[18]	[19]	[20]	[21]	P min	P max		Kontrol
[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]
14.14	-25.0	140	915	940	20.00	-19.14	39.1	10	100	Tdk OK	Pompa + 10			
6.20	-6.0	140	940	946	-19.14	-31.34	12.2	10	100	Tdk OK	Pompa + 10			
12.39	-8.0	140	946	954	-31.34	-51.73	20.4	10	100	Tdk OK				
16.57	-4.0	140	954	958	-51.73	-72.30	20.6	10	100	Tdk OK				
28.42	-6.0	140	958	964	-72.30	-106.73	34.4	10	100	Tdk OK				
12.12	1.0	140	964	963	-106.73	-117.85	11.1	10	100	Tdk OK				
34.35	0.0	140	963	963	-117.85	-152.20	34.4	10	100	Tdk OK				
29.23	14.0	140	964	950	-152.20	-167.44	15.2	10	100	Tdk OK				
31.12	2.0	140	946	944	-167.44	-196.55	39.1	10	100	Tdk OK				
59.34	4.0	140	944	940	-196.55	-231.89	35.3	10	100	Tdk OK				
33.00	-1.0	140	940	941	-231.89	-265.89	34.0	10	100	Tdk OK				
32.33	-2.0	140	941	943	-265.89	-300.22	34.3	10	100	Tdk OK				
50.11	14.0	140	943	929	-300.22	-336.34	36.1	10	100	Tdk OK				
48.09	39.0	140	929	890	-336.34	-345.43	19.1	10	100	Tdk OK				
40.82	24.0	140	929	905	-345.43	-362.25	16.8	10	100	Tdk OK				
37.18	3.0	140	905	902	-362.25	-396.43	34.2	10	100	Tdk OK				
37.05	9.0	140	902	893	-396.43	-424.47	28.0	10	100	Tdk OK				
52.00	46.0	140	893	847	-424.47	-430.47	16.0	10	100	Tdk OK				
21.55	-15.0	140	847	862	-430.47	-467.02	36.6	10	100	Tdk OK				
30.98	-15.0	140	862	877	-467.02	-513.01	46.0	10	100	Tdk OK				
51.32	59.0	140	877	818	-513.01	-505.33	17.7	10	100	Tdk OK				
37.18	2.0	140	862	860	-505.33	-540.51	35.2	10	100	Tdk OK				
55.64	-6.0	140	950	956	-540.51	-602.15	61.6	10	100	Tdk OK				
37.18	-3.0	140	956	959	-602.15	-642.33	40.2	10	100	Tdk OK				
34.49	-19.0	140	959	978	-642.33	-695.81	53.5	10	100	Tdk OK				
47.96	6.0	140	978	972	-695.81	-737.77	42.0	10	100	Tdk OK				

Sumber: Hasil Perhitungan

d.) Skema Jaringan Pipa

Skema jaringan pipa berdasarkan ukuran dimensi pipa yang digunakan di kecamatan pule yaitu:



Gambar 4 Skema Jaringan Pipa

e.) Reservoir

Tabel 9 Fluktuasi kebutuhan air

Waktu	Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum				
	Jumlah Jam	Suplai air per jam (%)	Pemakaian per jam (%)	Total Suplai (%)	Total Pemakaian (%)
					Volume Reservoir
					Surplus
					Defisit

24,00	-	5,00	5	4,17	0,75	20,83	3,75	17,08	
5,00	-	6,00	1	4,17	4,00	4,17	4,00	0,17	
6,00	-	7,00	1	4,17	6,00	4,17	6,00	-	1,83
7,00	-	9,00	2	4,17	8,00	8,33	16,00	-	7,67
9,00	-	10,00	1	4,17	6,00	4,17	6,00	-	1,83
10,00	-	13,00	3	4,17	5,00	12,50	15,00	-	2,50
13,00	-	17,00	4	4,17	6,00	16,67	24,00	-	7,33
17,00	-	18,00	1	4,17	10,00	4,17	10,00	-	5,83
18,00	-	20,00	2	4,17	4,50	8,33	9,00	-	0,67
20,00	-	21,00	1	4,17	3,00	4,17	3,00	1,17	
21,00	-	22,00	1	4,17	1,75	4,17	1,75	2,42	
22,00	-	24,00	2	4,17	0,75	8,33	1,50	6,83	
Jumlah			24		55,75	100	100	27,67	27,67

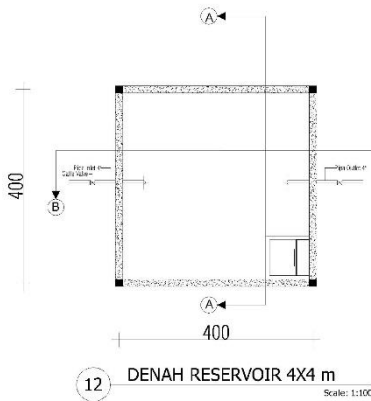
Sumber: Dirjen PU 2000

Sehingga di dapat dimensi untuk reservoir direncanakan memiliki tinggi 2.2 meter. Berikut perhitungannya :

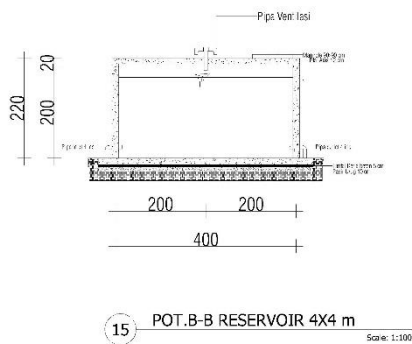
Tinggi = 2,2 m  
 Volume = P x L x T  
 23,35 = P x L x 2 m  
 10,613 = L<sup>2</sup>  
 L = 3,26 m ≈ 4,0 m  
 Jadi,  
 P = L  
 = 4,0 m  
 Sehingga diperoleh dimensi reservoir sebesar :  
 Panjang = 4,0 m  
 Lebar = 4,0 m  
 Tinggi = 2,2 m  
 Vol renc = 35,2 m

Berikut denah dan potongan reservoir 4x4 m

Gambar 5 Denah Reservoir 4x4 m



Gambar 6 Pot A-A Reservoir 4x4 m



Gambar 7 Pot B-B Reservoir 4x4 m

f.) Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
<b>A Pekerjaan pipa</b>		
1	Pekerjaan persiapan	Rp 158.459.464
2	Pekerjaan tanah	Rp 787.581.529
3	Pemasangan pipa	Rp 840.611.645
4	Pemasangan aksesoris pipa	Rp 18.275.000
<b>B Pekerjaan reservoir</b>		
1	Pekerjaan persiapan	Rp 10.812.065
2	Pekerjaan tanah	Rp 4.361.199
3	Pekerjaan beton	Rp 984.701.673
4	Pemasangan aksesoris pipa	Rp 9.778.151
5	Pekerjaan lain-lain	Rp 13.767.009
<b>C Rumah pompa</b>		
		Rp 248.000.000
	<b>Total Biaya</b>	<b>Rp 3.076.347.734,43</b>
	<b>PPN 10%</b>	<b>Rp 307.634.773,44</b>
	<b>Jumlah Biaya</b>	<b>Rp 3.383.982.507,88</b>
	<b>Dibulatkan</b>	<b>Rp 3.383.982.508,00</b>

Gambar 8 Hasil Perhitungan Rekap RAB 5 Sumber

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan sistem distribusi air bersih di atas, diperoleh informasi sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk Kecamatan Pule pada tahun 2032 diproyeksikan mencapai 65.541 jiwa.
2. Total kebutuhan air bersih untuk kecamatan Pule sebesar 0,152 m<sup>3</sup>/s, melayani 10 desa.
3. Pipa HDPE merk Rucika dengan ukuran diameter 160 mm, 90 mm, 75 mm, dan 63 mm digunakan dalam perencanaan.
4. Terdapat 5 sumber air yang digunakan, dengan dimensi reservoir yang berbeda-beda, yakni 6x6 m, 5x5 m, 4x4 m, dan 3x3 m.
5. Rencana anggaran biaya untuk sistem distribusi air bersih dari 5 sumber di Kecamatan Pule sejumlah Rp 3.383.982.580,-.

5) Saran

Berdasarkan evaluasi perencanaan sistem distribusi air bersih di Kecamatan Pule, beberapa rekomendasi yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penting untuk melakukan perhitungan dimensi jaringan pipa dengan akurat agar menghindari kerusakan atau kebocoran pada pipa selama proses distribusi air.
2. Saat melakukan perhitungan daya pompa, perlu memperhatikan agar distribusi air dapat dilayani dengan optimal.
3. Dalam penempatan Elbow Reducer dan Tee, perlu kehati-hatian untuk mencegah terjadinya kerusakan atau kebocoran pada pipa.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Dirjen Cipta Karya Tahun 1997
- 2) Hesti Kalensun Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.2 Hal 106 Februari 2016
- 3) Mohammad rizal syah nim141910301122 Fakultas Teknik Sipil, Universitas Jember
- 4) Martheana Kencanawati1, Mustakim2 Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan
- 5) Jurnal TRANSUKMA Volume 02 Nomor 02 Juni 2017
- 6) Fitriadi 1), Andi Yusra 2) hal 109 Staf Pengajar Fakultas Teknik UTU
- 7) Jurnal Selodang Mayang, Vol.8 No. 2, Agustus 2022
- 8) Jurnal Teknik Sipil / Deddy Dwi Rakhmanto, Fadiladitya A. Soekiswo (2021)
- 9) Bps. Kecamatan Pule Kabupaten Trenggalek
- 10) Hspk & Hspu Kabupa ten Trenggalek

- 11) Kca.kecamatan.Pule
- 12) Dinas Pekerjaan Umum Keairan Kbupaten  
Trenggalek
- 13) Eprints UMM
- 14) Ay Alvanita Unmus-2017
- 15) Karina Diya Khotami NRP : 3112 100 073 Jurusan :  
Teknik Sipil FTSP-ITS
- 16) Muhammad Dava Brilianta Gustavin JOS - MRK  
Volume 4, Nomor 1, Maret 2023,
- 17) Fahrizal Ramdani Vol. 3 No. 1 (2022): MARET 2022
- 18) SNI 75092011
- 19) Dirjen Cipta Karya Tahun 2000
- 20) Dirjen Cipta Karya Tahun 1996