

PERENCANAAN JARINGAN PIPA AIR BERSIH DI KECAMATAN ROGOJAMPI KABUPATEN BANYUWANGI

Farhan Vorastama Ersan¹, Medi Efendi², Ratih Indri Hapsari³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Email: farhanersan@gmail.com, medipolinema@gmail.com, ratihindri@gmail.com

ABSTRAK

Kecamatan Rogojampi merupakan salah satu wilayah yang ada di Kabupaten Banyuwangi, dengan luas wilayah mencapai 48,43 Km². Pada saat musim kemarau tiba, krisis air bersih menjadi hal yang rutin di beberapa desa diantaranya Desa Aliyan, Desa Mangir, Desa Lemahbangdewo dan Desa Gladag, ini dikarenakan sumber mata air yang kecil dan lokasi sumber yang sulit dijangkau. Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi penduduk di tahun 2034 jumlah penduduk pada Kecamatan Rogojampi sebesar 60510 jiwa, debit kebutuhan air total sebesar 88,871 lt/dt, pengaliran menggunakan sistem gravitasi dengan sistem perpipaan cabang digunakan jenis pipa HDPE dengan diameter 10inch, 8inch, 9 inch, 6 inch, 5 inch dan 4 inch sedangkan untuk dimensi reservoir sebesar 8m x 7m x 2,2.

Kata kunci : air bersih; debit kebutuhan; jaringan pipa

ABSTRACT

Rogojampi District is one of the areas in Banyuwangi Regency, with an area of 48.43 Km². When the dry season arrives, the clean water crisis becomes a routine thing in several villages including Aliyan Village, Mangir Village, Lemahbangdewo Village and Gladag Village, this is due to small springs and difficult-to-reach sources. Based on the results of the calculation of population projections in 2034, the population in Rogojampi District is 60510 people, the total water demand discharge is 88,871 lt/sec, drainage uses a gravity system with a branch piping system used HDPE pipe types with diameters 10inch, 8inch, 9 inch, 6 inch, 5 inches and 4 inches while for the reservoir dimensions of 8m x 7m x 2.2.

Keywords: clean water; debit needs; pipeline

1. PENDAHULUAN

krisis air bersih menjadi hal yang rutin di beberapa desa pada Kecamatan Rogojampi sehingga BPBD atau pemerintah setempat harus mengirimkan bantuan air kepada warga, akan tetapi kebutuhan air belum dapat memenuhi secara menyeluruh dikarenakan air tidak langsung di arahkan ke desa-desa yang kebutuhan airnya tidak terpenuhi.

Kecamatan Rogojampi memiliki beberapa sumber mata air yang dapat digunakan dalam penyediaan air bersih diantaranya Sumber Bendo, Sumber Sukadi, Sumber Pancoran, Sumber Poh, Sumber Karang Bendo, Sumber Cekaitan, Sumber Glutuk, Sumber Kijing dan Sumber Gitik.

2. METODE

Proyeksi Jumlah Penduduk

Metode Aritmatik

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

Metode Geometrik

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

Metode Eksponensial

$$Pt = Po \cdot x e^{r \cdot n} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

Pt = Jumlah penduduk pada akhir periode t (orang)

Po = Jumlah penduduk pada awal periode t (orang)

n = Jangka waktu / tahun proyeksi

r = Tingkat pertumbuhan penduduk

e = Bilangan eksponensial (2,718282)

Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Xi - Xr)^2}{(n-1)}} \dots \dots \dots (4)$$

Sd = Simpangan baku (Standar deviasi)

Xi = Nilai data

Xr = Nilai data rata-rata

n = Jumlah data

Kebutuhan Air

Kebutuhan air merupakan jumlah air yang diperlukan bagi kebutuhan dasar/suatu unit konsumsi air, dimana kehilangan air dan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran juga diperhitungkan. Nilai kebutuhan air didasarkan pada Kriteria Perencanaan Dirjen Cipta Karya Tahun 1996.

a. Kebutuhan Air Domestik (Qd)

Kebutuhan air untuk rumah tangga (domestik) dihitung berdasarkan jumlah penduduk pada akhir tahun perencanaan.

Kebutuhan air domestik yang meliputi sambungan rumah dan hidran umum dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

- Kebutuhan Air Sambungan Rumah (SR)
 $SR = \text{Jml.Penduduk} \times \text{Kons.SR} \times \%SR \dots\dots\dots(5)$

- Kebutuhan Air Hidran Umum (HU)
 $HU = \text{Jml.Penduduk} \times \text{Kons.HU} \times \%HU \dots\dots\dots(6)$

b. Kebutuhan Air Non Domestik (Qnd)

Kebutuhan air non domestik dihitung berdasarkan jumlah fasilitas umum yang ada pada kawasan dengan nilai konsumsi air per satuan unit. Rumus yang digunakan dalam menghitung kebutuhan air non domestik sebagai berikut:

$Qnd = \Sigma \text{Fasilitas Umum} \times \text{Nilai Konsumsi Air} \dots\dots\dots(7)$

c. Kebutuhan Air Harian Total (Qrt)

Kebutuhan harian total merupakan gabungan dari kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik.

$Qrt = Qd + Qnd \dots\dots\dots(8)$

d. Kehilangan Air (Qha)

Kehilangan air merupakan komponen yang harus dimasukkan dalam debit rencana kebutuhan air. Besarnya kehilangan air dapat ditetapkan sebesar (20-25)% dari kebutuhan harian rata-rata.

$Qha = (20-25)\% \times Qrt \dots\dots\dots(9)$

e. Kebutuhan Air Rencana (Qr)

Kebutuhan rencana air bersih ditentukan berdasarkan jumlah kebutuhan domestik, kebutuhan non domestik dan kehilangan air.

$Qr = Qd + Qnd + Qha \dots\dots\dots(10)$

f. Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Faktor Jam Puncak

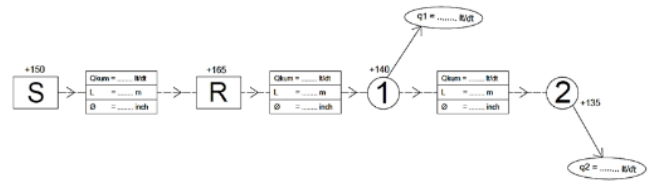
Debit pemakaian hari maksimum dan jam puncak digunakan sebagai acuan dalam membuat sistem transmisi air baku dan distribusi. Qmaks dan Qpeaks diperoleh dari kebutuhan air rencana (Qr) dikalikan nilai faktor hari maksimum (1 - 1,5) dan faktor jam puncak (1,5 - 2,5).

Tingkat Pelayanan Air Bersih

Tingkat pelayanan air bersih digunakan digunakan probabilitas sebesar 90% yang artinya debit yang dapat disalurkan sebesar 90% dan kegagalan 10%.

Layout Jaringan Pipa dan Skema Jaringan Pipa

Desain layout jaringan pipa digambar menggunakan acuan peta topografi. Jaringan pipa direncanakan seefisien mungkin. Pada penggambaran skema jaringan dilengkapi dengan keterangan dari hasil perhitungan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Jaringan Pipa Air Bersih

Dimensi Pipa

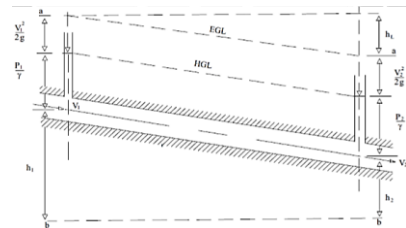
Dimensi pipa dapat dihitung menggunakan rumus *Hazen-William*.

$D = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times i^{0,54}} \right)^{1/2,63} \dots\dots\dots(11)$

Dimana:

- D = Diameter Pipa (m)
- Q = Debit yang mengalir dalam pipa (m³/dt)
- C = Koefisien Kekasaran Pipa
- i = Kemiringan Hidrolis

Persamaan Bernoulli

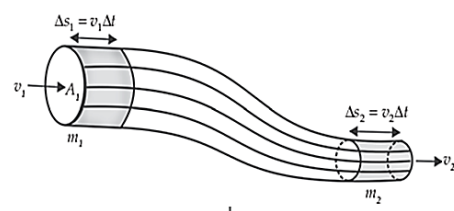


Gambar 2. Energi head and head loss dalam aliran pipa
 $h1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma w} = h2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma w} + hl \dots\dots\dots(12)$

Dimana :

- h1, h2 = tinggi elevasi di titik 1 dan 2 (m)
- p1, p2 = tinggi tekanan di titik 1 dan 2 (m)
- $\frac{v_1^2}{2g}, \frac{v_2^2}{2g}$ = tinggi energi di titik 1 dan 2 (m)
- hl = kehilangan tinggi tekanan dalam pipa (m)
- γ_w = Berat jenis air (kg/m³)

Persamaan Kontinuitas



Gambar 3. Hukum Kontinuitas

Dalam persamaan hukum kontinuitas dinyatakan bahwa debit yang masuk ke dalam pipa sama dengan debit yang keluar.

$$Q_1 = Q_2 \text{ atau } A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 \dots \dots \dots (13)$$

Dimana:

- v_1, v_2 = Kecepatan pada titik 1, 2 dan 3 (m/s)
- A_1, A_2 = Luas penampang pada titik 1, 2 dan 3 (m²)
- Q_1, Q_2 = Debit pada titik 1, 2 dan 3 (m³/s)

Kehilangan Tekanan (Head Loss)

Headloss merupakan suatu nilai untuk mendapatkan besarnya reduksi tekanan total (total head) yang diakibatkan oleh fluida saat melewati sistem pengaliran.

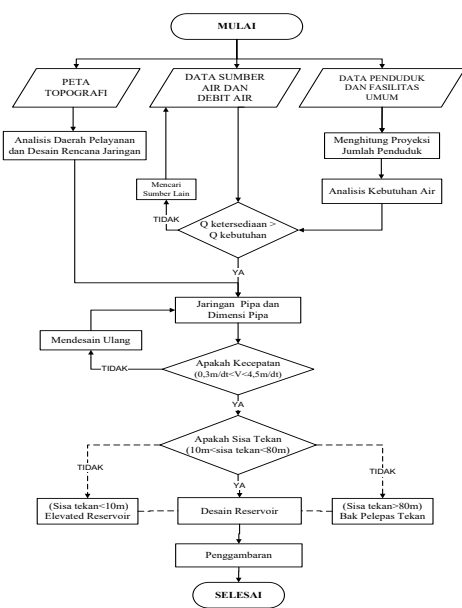
Rumus kehilangan tekanan sepanjang pipa:

$$H_f = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \dots \dots \dots (14)$$

Dimana:

- Q = Laju aliran air (lt/menit)
- D = Diameter dalam pipa (m)
- i = Gradien hidraulik (m/m)
- C = Koefisien Hazen William
- L = Panjang pipa (m)
- h_f = Kehilangan energi (m)

Bagan Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Proyeksi Jumlah Penduduk

Dari data jumlah penduduk 10 tahun terakhir dilakukan perhitungan tingkat pertumbuhan (i) dari tahun ke tahun selanjutnya dihitung rasio rata-rata pertumbuhan. Contoh perhitungan tingkat pertumbuhan tahun 2010-2011 :

$$i_{(2010-2011)} = \frac{\text{Jml. Penduduk th.2011} - \text{Jml. Penduduk th.2010}}{\text{Jml. Penduduk th.2010}} \times 100 = 6,585\%$$

Dari data nilai tingkat pertumbuhan rata-rata dalam 10 tahun, dapat dihitung proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2034. Berikut hasil perhitungan proyeksi penduduk

Tabel 1. Proyeksi Penduduk Desa Aliyan

Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk		
	Aritmatik	Geometrik	Eksponensial
2020	5306	5306	5306
2021	5325	5325	5325
2022	5345	5345	5345
2023	5364	5365	5365
2024	5383	5384	5384
2025	5403	5404	5404
2026	5422	5424	5424
2027	5442	5444	5444
2028	5461	5464	5464
2029	5480	5484	5484
2030	5500	5504	5504
2031	5519	5524	5524
2032	5539	5544	5545
2033	5558	5565	5565
2034	5577	5585	5586
Sd	86,712	89,189	89,382

Sumber: Hasil Perhitungan

Debit Kebutuhan Air Bersih

Menghitung Kebutuhan Air Domestik (Qd)

Jumlah pednuduk di Kecamatan Rogojampi pada tahun 2034 adalah 60.510 jiwa dengan jumlah penduduk dari masing-masing desa <20.000 maka dapat disimpulkan Kecamatan Padang termasuk dalam kategori V (Desa). Dengan kebutuhan air domestik sebesar 41 lt/org/hr .

Berikut hasil perhitungan kebutuhan air domestik (Qd) tiap desa pada Kecamatan Rogojampi yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Air Domestik

Desa	Penduduk	Kebutuhan Air
	Tahun 2034 (jiwa)	Domestik (Qd) (lt/dt)
Aliyan	5577	3,776
Mangir	4570	3,094
Gladak	6465	4,377
Bubuk	4738	3,208
Kedaleman	5288	3,580
Lembangbangdewo	3248	2,199
Rogojampi	12078	8,178
Karangbendo	7358	4,982
Gitik	3189	2,159
Pengatigan	7999	
Total	7999	5,416
		40,970

Sumber: Hasil Perhitungan

Menghitung Kebutuhan Air Domestik (Qnd)

Kebutuhan air non domestik dihitung berdasarkan jumlah fasilitas umum yang berada di kawasan perencanaan. Contoh perhitungan proyeksi masjid pada Desa Aliyan menggunakan rumus perbandingan sebagai berikut:

Jumlah Masjid tahun 2019 = 6 unit
 Jumlah penduduk tahun 2019 = 5286 jiwa
 Jumlah penduduk tahun 2034 = 5577 jiwa
 Jumlah fasilitas Masjid Tahun 2034:

$$\frac{5577}{5286} = \frac{\text{Fasilitas Tahun 2034}}{6} = 7 \text{ unit}$$

Contoh perhitungan kebutuhan air non domestik fasilitas Masjid Desa Aliyan:

Jumlah Fasilitas Masjid Tahun 2034 = 7 unit
 Kebutuhan Air Masjid = 3000 Liter/Unit/Hari (Tabel 2.7)
 Maka, Kebutuhan air Masjid pada Desa Barat Tahun 2034 =
 $7 \times 3000 = 21000 \text{ lt/hr} = 0,243 \text{ lt/dt}$

Tabel 3. Kebutuhan Air Non Domestik

Desa	Kebutuhan Air Non Domestik (Qnd) (lt/dt)
Aliyan	1,054
Mangir	0,959
Gladak	0,798
Bubuk	0,667
Kedaleman	0,577
Lembangbangdewo	0,390
Rogojampi	0,765
Karangbendo	1,085
Gitik	0,569
Pengatigan	1,537
Total	8,402

Sumber: Hasil Perhitungan

Menghitung Kehilangan Air (Qha)

Tabel 4. Kebutuhan Harian Total dan Kehilangan Air

Desa	Kebutuhan Harian Total (Qrt) (lt/dt)	Presentase Kehilangan Air (%)	Nilai Kebocoran Air (Qha) (lt/dt)
Aliyan	4,830	20%	0,966
Mangir	4,054		0,811
Gladak	5,176		1,035
Bubuk	3,875		0,775
Kedaleman	4,157		0,831
Lembangbangdewo	2,589		0,518
Rogojampi	8,943		1,789
Karangbendo	6,067		1,213
Gitik	2,729		0,546
Pengatigan	6,953		1,391
Total	49,373	9,875	

Sumber: Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan kehilangan Air (Qha) pada Desa Aliyan

$Qha = 20\% \times Qrt$
 $= 20\% \times 4,840$
 $= 0,966 \text{ lt/dt}$

Menghitung Kebutuhan Air Rencana

Tabel 5. Kebutuhan Air Rencana

Desa	Rencana Kebutuhan Air (Qr) (lt/dt)
Aliyan	5,796
Mangir	4,864
Gladak	6,211
Bubuk	4,650
Kedaleman	4,989
Lembangbangdewo	3,106
Rogojampi	10,732
Karangbendo	7,281
Gitik	3,274
Pengatigan	8,343
Total	59,247

Sumber: Hasil Perhitungan

Diambil contoh perhitungan rencana kebutuhan air pada Desa Barat:

Rencana Kebutuhan Air (Qr) = Qd+Qnd+Qha
 $= 3,776+1,054+0,9966$
 $= 5,796 \text{ lt/dt}$

Menghitung Kebutuhan Air pada Pipa Transmisi dan Distribusi

Tabel 6. Kebutuhan Air Rencana

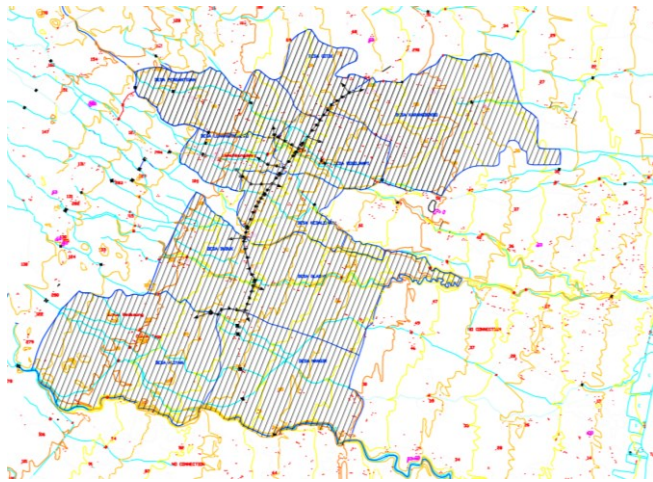
Desa	f_{max}	Q_{max} (lt/dt)	f_{peak}	Q_{peak} (lt/dt)
Aliyan		6,376		8,694
Mangir		5,351		7,296
Gladak		6,832		9,316
Bubuk		5,115		6,975
Kedaleman	1,1	5,488	1,5	7,483
Lembangbangdewo		3,417		4,660
Rogojampi		11,805		16,098
Karangbendo		8,009		10,921
Gitik		3,602		4,911
Pengatigan		9,178		12,515
Total		65,172		88,871

Sumber: Hasil Perhitungan

Kebutuhan Air Hari Maksimum (Q_{max}) = $f_{max} \times Q_r$
 $= 1,1 \times 5,796$
 $= 6,376 \text{ lt/dt}$

Kebutuhan Air Jam Puncak (Q_{peak}) = $f_{peak} \times Q_r$
 $= 1,5 \times 5,796$
 $= 8,694 \text{ lt/dt}$

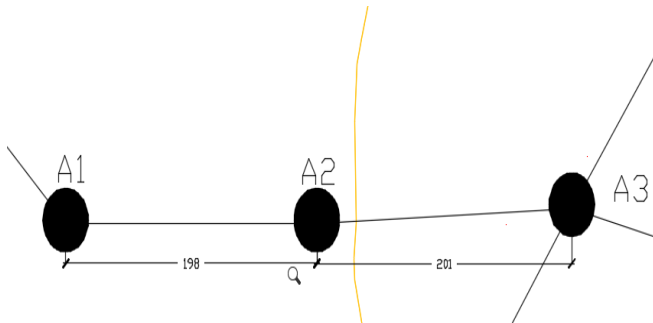
**Layout Jaringan
Jaringan Pipa Transmisi**



Gambar 5. Jaringan Pipa Transmisi Kecamatan Rogojampi

**Jaringan Pipa Distribusi
Dimensi Pipa**

Berikut disajikan contoh hasil analisa dimensi pipa pada pipa node A6 – A7



Gambar 9. Pipa Node A1 – A2

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

Contoh perhitungan pada pipa node A1 – A2 dengan debit air sebesar 88,871 lt/dt atau 0,089 m³/dt dihitung dimensi pipa sebagai berikut:

$$1. D_{Hitung} = \left(\frac{0,089}{0,2785 \times 130 \times 0,02^{0,54}} \right)^{1/2,63} = 0,250 \sim 10 \text{ inch}$$

$$2. A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,250^2 = 0,0491 \text{ m}^2$$

$$3. H_f = \left(\frac{0,089}{0,2785 \times 130 \times 0,250^{2,63}} \right)^{1,85} \times 198 = 2,508 \text{ m}$$

$$4. v = \frac{Q}{A} = \frac{0,089}{0,0491} = 1,81 \text{ m/dt}$$

$$\text{Kontrol } v \text{ aliran} = v_{min} \leq v_{hitung} \leq v_{max} \\ = 0,3\text{m/dt} \leq 1,81 \text{ m/dt} \leq 4,5 \text{ m/dt}$$

$$5. \text{Elevasi Tinggi Energi Hulu} = h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma w} \\ = 90,331 + \frac{1,81^2}{2 \times 9,81} + 18,395 \\ = 108,893 \text{ m}$$

$$6. \text{Elevasi Tinggi Energi Hilir} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma w}$$

$$= 87,011 + \frac{1,81}{2 \times 9,81} + 2,508 \\ = 89,686 \text{ m}$$

7. Sisa tekan = Elevasi Tinggi Energi Hulu – Elevasi Tinggi Energi Hilir
= 108,893 m – 89,686 m
= 19,208 m

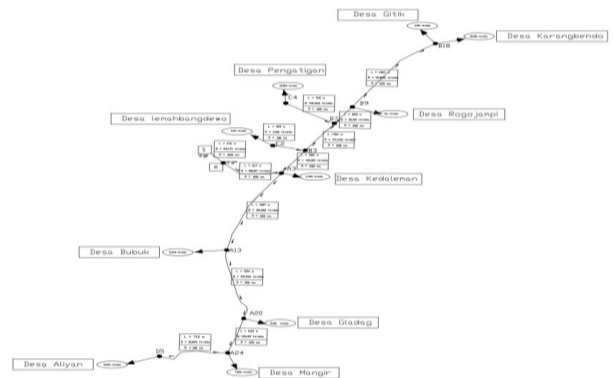
8. Sisa tekan yang dihitung memenuhi syarat perencanaan yaitu 10 – 80 m. Sehingga dimensi yang digunakan sesuai dengan hasil perhitungan.

Tabel 7. Dimensi Pipa

Node	Ø Pipa (m)	Panjang Pipa (m)
Transmisi	0,225	176
	0,250	617
	0,200	2317
Distribusi	0,150	954
	0,125	2389
	0,100	1032

Sumber: Hasil Perhitungan

Skema Jaringan Pipa



Gambar 10. Skema Jaringan Pipa

Sumber: Hasil Penggambaran

Kapasitas Tampungan Reservoir

Dalam menentukan kapasitas tampungan reservoir yang dibutuhkan harus memperhatikan debit air dan tekanan air masuk dan keluar dari reservoir. Kapasitas reservoir sesuai dengan debit total kebutuhan saat jam puncak dan disuplai selama 24 jam. Perhitungan volume reservoir dengan menggunakan tabel fluktuasi kebutuhan air sebagai berikut:

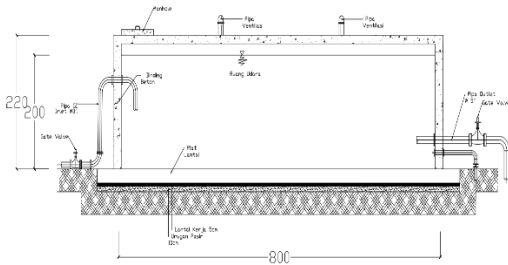
Tabel 8. Fluktuasi Kebutuhan Air

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

Sumber: Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Volume Reservoir} &= \text{Volume (\%)} \times \text{Keb.Air} \times \text{Waktu} \\ &= 27,67\% \times 0,064 \text{ m}^3/\text{dt} \times 3600 \text{ dt} \\ &= 63,808 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi reservoir, panjang = 8 meter, lebar = 7 meter dan tinggi = 2,2 meter



Gambar 11. Desain Reservoir

Sumber: Hasil Penggambaran

4. KESIMPULAN

- 1) Jumlah penduduk di Kecamatan Rogojampi Kabupaten Banyuwangi pada tahun 2034 (Tahun Perencanaan) yaitu sebanyak 60150 jiwa.
- 2) Kebutuhan air total di Kecamatan Rogojampi Kabupaten Banyuwangi pada pipa transmisi sebesar 65,172 lt/dt dan pada pipa distribusi sebesar 88,871 lt/dt yang terdiri dari kebutuhan air domestik sebesar 40,97 lt/dt, kebutuhan air non domestik 8,402 lt/dt dan kehilangan air sebesar 9,875 lt/dt.
- 3) Sistem pengaliran yang digunakan pada jaringan pipa transmisi dan distribusi digunakan sistem gravitasi dengan sistem pendistribusian daerah pelayanan menggunakan sistem cabang dengan diameter pipa transmisi ukuran 9” dan pada pipa distribusi adalah 10”, 8”, 6”, 5” dan 4”. Dengan panjang total pipa 7.485 meter.
- 4) Kapasitas Tampung reservoir berguna sebesar 112 m3 dengan dimensi reservoir 8 m x 7 m x 2,2 m.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Bambang Triatmodjo, 1996, Hidraulika I, Beta Offset, Yogyakarta

[2] SNI 7509-2011. 2011 Tata Cara Perencanaan teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional

[3] Joko, Tri. Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2010.

[4] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum

[5] Badan Pusat Statistik Kecamatan Rogojampi. Padang Dalam Angka