

PENERAPAN TEKNOLOGI EPANET DALAM RANCANGAN SISTEM AIR BERSIH DI DESA DAMARKASIAN

IMPLEMENTATION OF EPANET TECHNOLOGY IN THE DESIGN OF A CLEAN WATER SYSTEM IN DAMARKASIAN VILLAGE

Nasyiin Faqih^{1*}, Sigit Herlambang¹, Yuli Sulistyowati¹, Fatchur Roehman²,
Mushthofa³

¹Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Wonosobo

²Universitas Sultan Fatah, Demak.

³Universitas Bojonegoro

Email: ^{1*}nasyiin@unsiq.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstrak - Air adalah kebutuhan mendasar yang harus dimanfaatkan secara bijak. Penelitian ini dilakukan di Desa Damarkasian, yang terletak di kaki Gunung Sindoro dan memiliki kontur perbukitan. Sumber air bersih di desa ini sangat terbatas, sehingga penduduk bergantung pada desa tetangga untuk pasokan air. Meskipun ada distribusi air, hanya masyarakat yang mampu yang dapat membangun jaringan sendiri, sementara warga kurang mampu menggunakan fasilitas umum di pinggir jalan. Untuk mengatasi masalah distribusi air yang belum merata, diperlukan perencanaan sistem distribusi air bersih dengan sistem gravitasi. Data lapangan yang dikumpulkan mencakup debit mata air, kualitas air, jarak, dan elevasi, serta data penduduk dari badan statistik. Debit air diukur dengan metode volumetrik, dan elevasi serta jarak dengan aplikasi Q-GIS. Evaluasi jaringan menggunakan *software* EPANET 2.0 menunjukkan debit air sebesar 12,2 lt/detik. Untuk memenuhi kebutuhan penduduk hingga 2037, diperlukan debit 10,57 lt/detik. Sebanyak 39 bak pelayanan dan pipa PVC dengan diameter yang sesuai direncanakan tanpa pompa, yang menghemat biaya. Total anggaran sebesar Rp. 1,4 miliar, dengan tarif Rp. 1.300/m³, lebih murah dari PDAM.

Kata kunci: Qgis, Gravitasi; Air Bersih; EPANET;

Abstract - Water is a fundamental necessity that must be utilized wisely. This study was conducted in Damarkasian Village, located at the foot of Mount Sindoro and characterized by its hilly terrain. The village has a very limited supply of clean water, forcing residents to rely on a neighboring village for their water needs. Although there is a water distribution system in place, only wealthier residents can afford to build their own networks, while those less fortunate must rely on public facilities along the roadside. To address the uneven water distribution, a well-planned clean water distribution system based on gravity flow is essential. Field data collected includes spring water discharge, water quality, distance, and elevation, as well as population data from official statistics. Water discharge was measured using the volumetric method, and elevation and distance were recorded using the Q-GIS application. Network evaluation, conducted using EPANET 2.0 software, indicated a water discharge rate of 12.2 liters per second. To meet the village's water needs through 2037, a discharge rate of 10.57 liters per second is required. A total of 39 service tanks and appropriately sized PVC pipes are planned without the need for pumps, reducing costs. The total budget is estimated at IDR 1.4 billion, with a tariff of IDR 1,300/m³, cheaper than the PDAM rate.

Keywords: QGIS; Gravity-based System; Clean Water; EPANET;

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. PENDAHULUAN

Air adalah salah satu kebutuhan vital makhluk hidup yang dikaruniakan oleh Allah SWT dan harus dimanfaatkan sebagai sarana hidup [1]. Ketersediaan dan pengelolaan air bersih semakin menjadi perhatian penting [2], terutama karena peningkatan jumlah populasi manusia dan tuntutan pemenuhan kebutuhan air yang

terus meningkat [3]. Dalam kehidupan sehari-hari, manusia menggunakan air dari berbagai sumber seperti air hujan[4], air laut, air tanah, dan mata air untuk memenuhi kebutuhan dasar [5]. Penelitian-penelitian sebelumnya telah membahas peran penting pengelolaan air bersih[2], [6]–[10], khususnya pada wilayah pedesaan dengan kontur perbukitan yang cenderung sulit diakses seperti Desa Damarkasian. Sistem distribusi yang efektif telah banyak dibahas, namun masih ditemukan tantangan dalam keberlanjutan distribusi air secara adil di wilayah-wilayah tertentu [11].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa di beberapa desa dengan kondisi topografi sulit[12], seperti Desa Damarkasian, kecenderungan keterbatasan infrastruktur air bersih membuat distribusi tidak optimal, terutama bagi masyarakat dengan keterbatasan ekonomi yang hanya dapat menggunakan fasilitas umum [13]. Desa Damarkasian, Kecamatan Kertek desa memiliki kontur tanah perbukitan dengan jumlah penduduk 2943 jiwa [14]. Distribusi air di Desa Damarkasian, misalnya, hanya dapat diakses oleh sebagian kecil penduduk yang mampu membayar tarif distribusi, sedangkan masyarakat lain harus bergantung pada kamar mandi umum di pinggir jalan dusun, dan mengandalkan sumber air dari desa lain yang belum terdistribusi secara efektif. Sementara penduduk desa kebanyakan berprofesi sebagai petani dan tambang pasir. Kajian sebelumnya menunjukkan adanya gap atau kekurangan dalam sistem distribusi air yang tersedia di desa tersebut. Riset ini penting dilakukan untuk mengatasi masalah distribusi air di Desa Damarkasian melalui perencanaan sistem distribusi berbasis ketersediaan air, laju pertumbuhan penduduk, dan penetapan tarif yang terjangkau [15]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem distribusi air bersih yang efektif dan inklusif di Desa Damarkasian, dengan menghitung pasokan dari mata air yang ada dan memperhitungkan proyeksi pertumbuhan penduduk, sehingga distribusi air dapat merata tanpa diskriminasi serta menetapkan tarif yang terjangkau bagi semua penduduk.

2. METODE PENELITIAN.

Penelitian ini berlokasi di Desa Damarkasian, Kecamatan Kertek, Kabupaten Wonosobo. Tahapan penelitian yang dilakukan melalui tahapan pada diagram gambar 1:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Data yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari observasi secara langsung di lapangan, seperti keadaan umum lokasi perencanaan, keadaan sumber air, debit mata air[12], [16], data pengukuran elevasi [17]–[19] dan jumlah konsumen. Sedangkan data sekunder merupakan data yang dipakai berdasarkan dokumen yang telah tersedia di instansi pemerintah yang dijadikan referensi persoalan pada desa setempat. Data tersebut antara lain, peta desa Damarkasian yang di peroleh dari BAPPEDA yang berupa peta kontur dan jumlah penduduk.

Dalam tahapan ini yang dilakukan adalah pengolahan data penelitian, dari data primer dan data sekunder yang dikumpulkan kemudian dianalisis. Analisa yang berkaitan dengan perhitungan jumlah penduduk[7], [20], perhitungan kebutuhan air domestik dan non domestik, perhitungan debit air[16], [21], pengukuran jarak mata air, analisis elevasi[22], dan pengukuran panjang pipa distribusi[23].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk Desa Damarkasian pada tahun 2022 adalah sebanyak 2.943 jiwa [24]. Dalam hal ini proyeksi pertumbuhan penduduk 15 tahun, perhitungan penduduk yang akan datang menggunakan rumus geometri sebagai berikut:

$$P_n = P_o(1 + r)^n \quad (1)$$

Dalam perhitungan jumlah penduduk (Tabel 1), P_n adalah jumlah penduduk pada tahun perencanaan, sedangkan P_o adalah jumlah penduduk pada awal perencanaan. Persentase pertumbuhan tiap tahun dinyatakan sebagai r , dan n merupakan umur perencanaan atau jangka waktu proyeksi dari tahun awal hingga tahun perencanaan.

Tabel 1. Pertumbuhan Penduduk

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Rasio $R = \frac{(\text{selisih jumlah penduduk}) \times 100\%}{\text{Jumlah penduduk}}$
1	2018	2890	
2	2019	2904	$r = \frac{(2904-2890) \times 100}{2890} = \frac{14 \times 100}{2890} = 0,48 \%$
3	2020	2918	$r = \frac{(2918-2904) \times 100}{2904} = \frac{14 \times 100}{2904} = 0,48 \%$
4	2021	2930	$r = \frac{(2930-2918) \times 100}{2918} = \frac{12 \times 100}{2918} = 0,41 \%$
5	2022	2943	$r = \frac{(2943-2930) \times 100}{2930} = \frac{13 \times 100}{2930} = 0,44 \%$
		Jumlah	1,82%

Sumber : hasil analisis

Berdasarkan Tabel 1 rasio pertumbuhan rata-rata yaitu :

$$r = \frac{1,82\%}{4} = 0,0046 \approx 0,46\%$$

Maka pertumbuhan penduduk sebesar 0,46% akan diperoleh besarnya proyeksi jumlah penduduk yaitu :

1. Proyeksi pertumbuhan penduduk dalam 5 tahun (Tahun 2027)

$$P_o \text{ 2022} = 2943 \text{ jiwa}$$

$$n = 5 \text{ tahun}$$

$$r = 0,46\%$$

$$P_n = P_o \times (1 + r)^n$$

$$= 2943 \times (1 + 0,0046)^5$$

$$= 3011,31 \approx 3011 \text{ jiwa}$$

2. Proyeksi pertumbuhan penduduk dalam 10 tahun (2032)

$$P_o \text{ 2022} = 2943 \text{ jiwa}$$

$$n = 10 \text{ tahun}$$

$$r = 0,46\%$$

$$P_n = P_o \times (1 + r)^n$$

$$= 2943 \times (1 + 0,0046)^{10}$$

$$= 3079,79 \approx 3080 \text{ jiwa}$$

3. Proyeksi pertumbuhan penduduk dalam 15 tahun (2037)

$$\begin{aligned} P_o &= 2943 \text{ jiwa} \\ n &= 15 \text{ tahun} \\ R &= 0,46\% \\ P_n &= P_o (1 + r)^{15} \\ &= 2943 \times (1 + 0,0046)^{15} \\ &= 3150 \approx 3151 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

3.2. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk tiga dusun di Desa Damarkasian, maka debit air dari sumber mata air haruslah mencukupi besarnya air yang dibutuhkan, oleh karena itu pengukuran debit aliran air dilakukan di lokasi sumber air dengan menggunakan metode *volumetric*.

3.3. Pengukuran Debit

Pengukuran debit air dengan metode *volumetric* :

a. Alat dan Bahan

1. Alat tulis untuk mencatat hasil
2. *Stopwatch* untuk menghitung waktu
3. Meteran untuk mengukur volume bak tampung

b. Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan
2. Kuras air di bak penampung
3. Tutup saluran air menuju bak penampung
4. Bersihkan bak penampung
5. Ukur bak penampung
6. Buka saluran menuju bak penampung
7. Catat waktu yang diperlukan untuk mengisi bak penampung sampai penuh menggunakan *stopwatch*
8. Lakukan percobaan 3 kali

c. Debit Mata Air

Dari beberapa kali percobaan pengukuran (Gambar 2) debit air yang mengalir yaitu :

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Panjang bak} &= 1 \text{ meter} \\ \text{Tinggi bak} &= 0,8 \text{ meter} \\ \text{Lebar bak} &= 1,2 \text{ meter} \\ \text{Volume bak} &= 0,96 \text{ liter} \end{aligned}$$

1. Menghitung volume bak

$$\begin{aligned} V &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ V &= 1 \times 1,2 \times 0,8 \\ V &= 0,96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Menghitung debit aliran

$$Q = \frac{\text{volume}}{\text{waktu}}$$

- Percobaan 1

$$Q_1 = \frac{0,96}{76} = 12,632 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Percobaan 2

$$Q_2 = \frac{0,96}{82} = 11,707 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Percobaan 3

$$Q_3 = \frac{0,96}{79} = 12,152 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{\text{rata-rata}} = \frac{12,632 + 11,707 + 12,152}{3} = 12,164 \text{ ltr/dt}$$



Gambar 2. Pengukuran Debit

3.4. Pradesain

Perhitungan ini meliputi perhitungan kehilangan energi, diameter pipa, dan sisa tekanan di setiap *node*.

1. Perhitungan Kemiringan

$$i_{\text{total}} = \frac{\text{elevasi broncaptering} - \text{elevasi bak induk}}{L}$$

$$= \frac{1305 - 1290}{75}$$

$$= 0,20$$

2. Perhitungan debit yang diperlukan

$$Q = \frac{80}{86400} \times \text{jumlah penduduk}$$

$$Q = \frac{80}{86400} \times 3151$$

$$= 2,92 \text{ lt/dt}$$

- Total non *domestic*
 $= (Q \times 5\%) + Q$
 $= (2,99 \times 5\%) + 0,14$
 $= 2,99 \text{ lt/dt}$
- Kehilangan Air
 $= (Q_{\text{total}} \times 15\%) + Q_{\text{total}}$
 $= (2,99 \times 15\%) + 2,99$
 $= 3,52 \text{ lt/dt}$
- Harian Puncak
 $= Q_{\text{total kehilangan air}} \times 1,1$
 $= 3,52 \times 1,1$
 $= 3,87 \text{ lt/dt}$
- Jam Puncak
 $= Q_{\text{total harian puncak}} \times 1,5$
 $= 3,87 \times 1,5$
 $= 5,81 \text{ lt/dt}$
- Kebutuhan Air Baku
 $= Q_{\text{total jam puncak}} \times 3$
 $= 5,81 \times 3$
 $= 10,57 \text{ lt/dt}$

3. Perhitungan Diameter Pipa

$$\begin{aligned} D &= 1,6258 \times Q^{0,38} \times C^{-0,38} \times I^{-0,205} \\ &= 1,6258 \times 5,81^{0,38} \times 120^{-0,38} \times 0,20^{-0,205} \\ &= 0,05 \text{ m} \\ &= 2,04 \text{ inch} \approx 3 \text{ inch} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Kecepatan Air

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ V &= \frac{\frac{Q}{1000}}{\frac{0,25 \pi d^2}{4}} \\ &= \frac{5,73}{\frac{0,25 \times 3,14 \times 0,076^2}{4}} \\ &= 1,28 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

5. Perhitungan Kehilangan Energi (HF)

$$H_f = \left(\frac{0,54}{\sqrt{0,2785 \times C \times D^{2,63}}} \right) \times L$$

Dimana :

Hf = kehilangan energi (m)

Q = debit air (m³/dt)

D = diameter pipa (m)

C = koefisien Hazen-Williams

L = panjang pipa (m)

$$\begin{aligned} H_f &= \left(\frac{0,54}{\sqrt{0,2785 \times 120 \times 0,076^{2,63}}} \right) \times L \\ &= 2,288 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Perhitungan Sisa Tekan

$$\begin{aligned} P &= \text{elevasi tertinggi} - H_f \text{ pipa} - \text{elevasi bak} \\ &= 1305 - 2,288 - 1290 \\ &= 12,7 \text{ (Mka)} \end{aligned}$$

3.5. Perencanaan Dimensi *Broncaptering*

Broncaptering direncanakan dengan kapasitas yang disesuaikan dengan debit mata air dan waktu tinggal air di dalam *Broncaptering* (Gambar 3). Bangunan ini untuk menstabilkan tekanan air sebelum masuk ke pipa transmisi, disamping itu berfungsi sebagai pelindung mata air terhadap pencemaran.

Perhitungan kapasitas *Broncaptering* :

Debit mata air desa Damarkasian = 12,16 lt/dt

Debit air yang dibutuhkan (Q) = 10,42 lt/dt

Debit harian maksimum (Qmd) = 1,1 x Q

$$= 1,1 \times 10,42 \text{ lt/dt} = 11,42 \text{ lt/dt}$$

Waktu detensi (5-15 menit) = 15 menit = 900 detik

Free board (Fb) atau tinggi jagaan = 0,5 m (standar Cipta Karya)

Tinggi muka air *broncaptering* = 1 m (standar Cipta Karya)

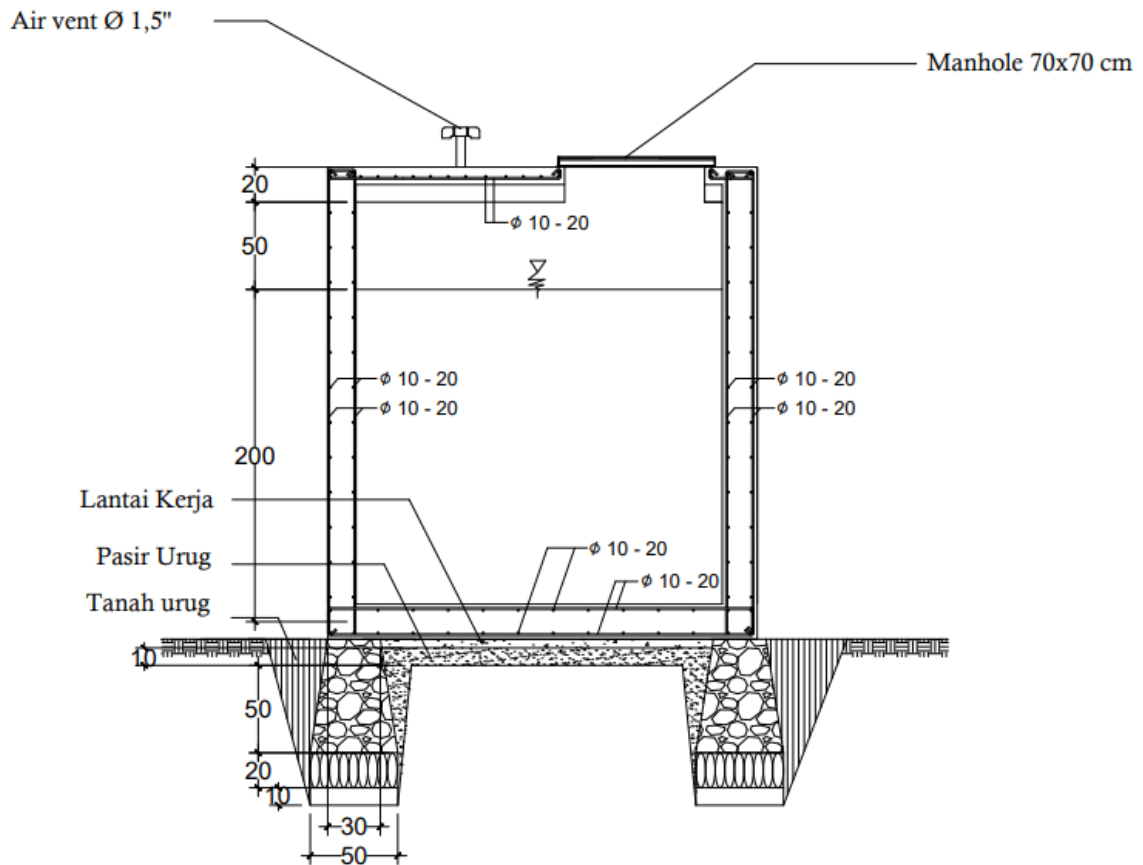
Kapasitas *Broncaptering* :

V *broncaptering* = debit harian maksimum x waktu detensi

$$= 11,42 \text{ lt/dt} \times 900 \text{ dt}$$

$$= 10,278 \text{ liter}$$

$$= 10,3 \text{ m}^3$$



Gambar 3. Broncaptering

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dimensi *broncaptering* menggunakan :

Panjang (<i>p</i>)	= 2 m
Lebar (<i>l</i>)	= 2,2 m
Tinggi (<i>t</i>)	= 2,5 m
<i>Free Broad (Fb)</i>	= 0,5 m
Dimensi <i>Broncaptering</i>	= 2 m × 2,2 m × 2,5 m
	= 11 m ³

(volume tidak dihitung dengan *free board*)

3.6. Perencanaan Dimensi *Reservoir*

Perhitungan dimensi *reservoir* didasarkan pada petunjuk perencanaan pembangunan sistem penyedia air bersih oleh Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{\text{reservoir}} = \frac{\text{keb.air harian puncak th } 15 \times 20\% \times 86400}{1000} \quad (3)$$

$$V_{\text{reservoir}} = \frac{3,82 \times 20\% \times 86400}{1000}$$

$$= 66,96 \text{ m}^3$$

Dari perhitungan tersebut, maka dimensi *reservoir* (Gambar 4) adalah :

Panjang (<i>p</i>)	= 4,5 m
Lebar (<i>l</i>)	= 5 m
Tinggi (<i>t</i>)	= 3 m
<i>Free board (Fb)</i>	= 0,5 m
Dimensi <i>reservoir</i>	= 4,5 m × 5 m × 3,5 m = 67,5 m ³ (volume tidak dihitung dengan <i>free board</i>)

3.7. Perencanaan Dimensi Bak

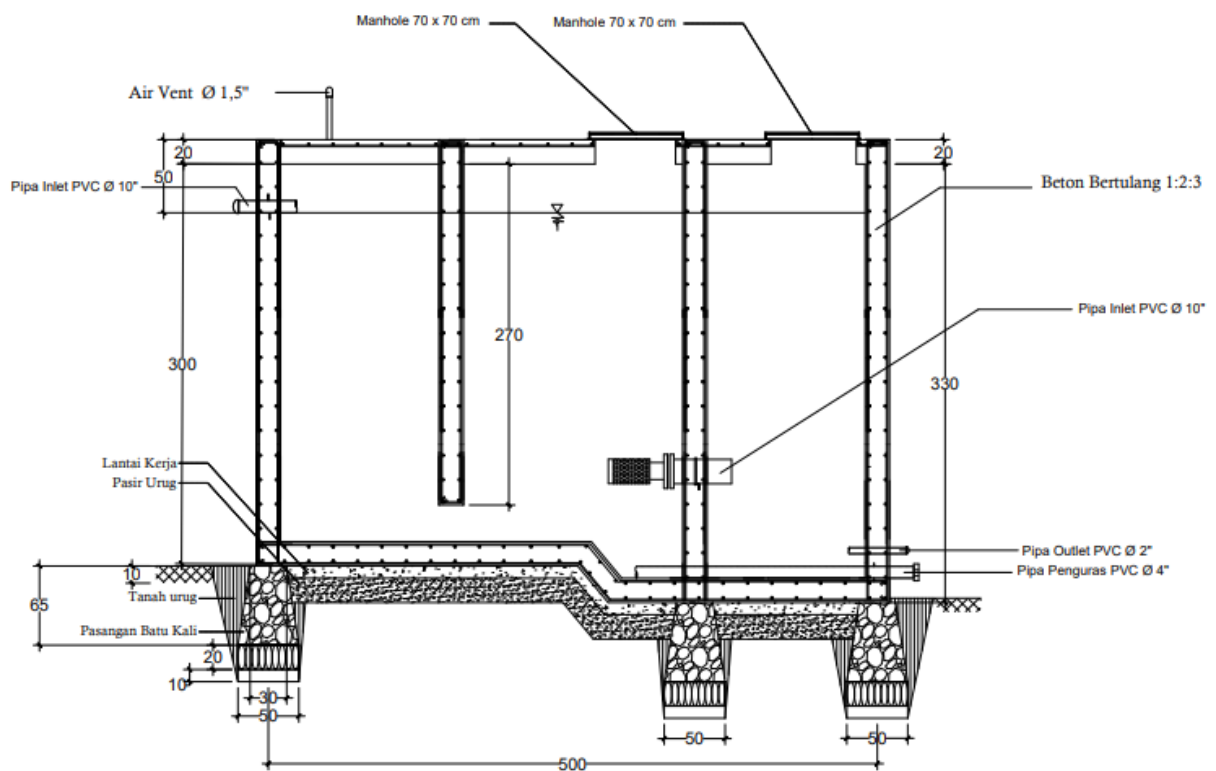
Dimensi bak masing-masing titik berdasarkan pada persentase jumlah penduduk yang dikalikan dengan debit rata-rata pada tahun rencana.

$$V_{\text{bak}} = \frac{\text{prosentase jumlah penduduk} \times \text{volume reservoir}}{100} \quad (4)$$

$$V_{\text{bak rw 1}} = \frac{18,8\% \times 66,96}{100} = 20,25 \text{ m}^3$$

Maka diambil dimensi bak sebagai berikut :

Panjang (p) = 3,5 m
 Lebar (l) = 2,5 m
 Tinggi (t) = 2,5 m
 Free bord (Fb) = 0,5 m
 Dimensi bak rw 1 = $3,5 \times 2,5 \times 2,5 = 21,879 \text{ m}^3$
 (volume tidak dihitung dengan free board)

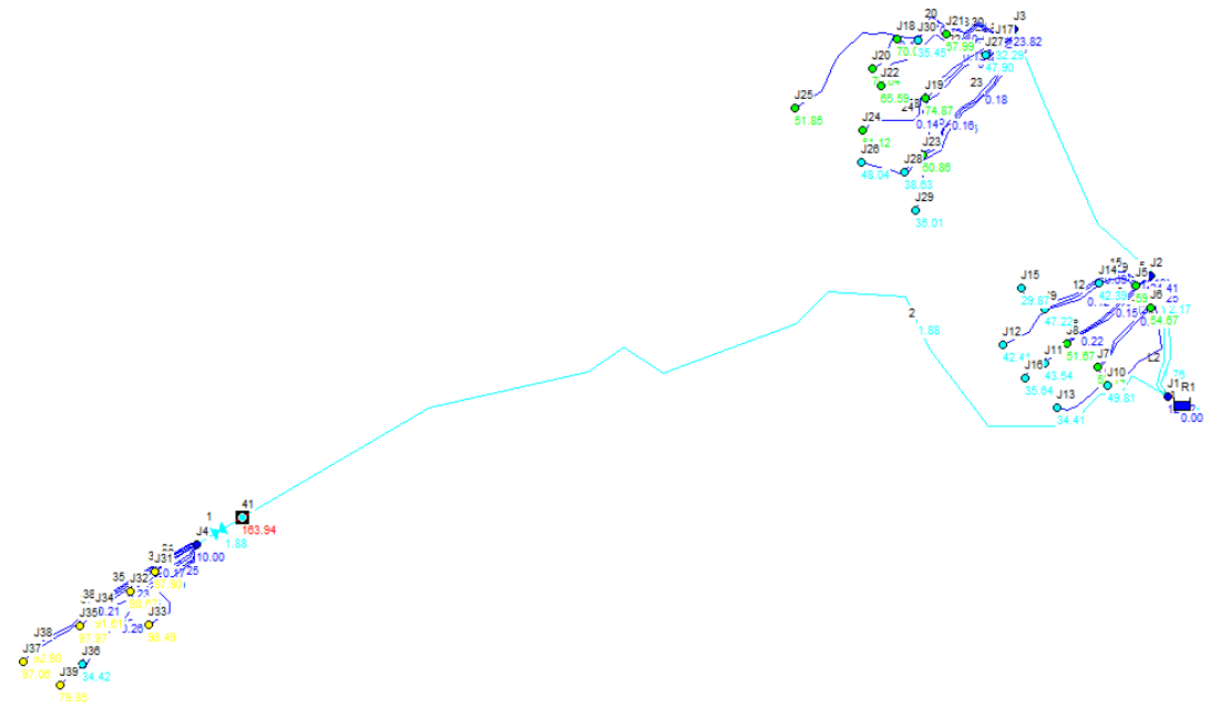


Gambar 4. Reservoir

3.8. Jaringan Pipa menggunakan Software EPANET 2.0

Pendistribusi sistem jaringan perpipaan ini menggunakan program Epanet 2.0. Data-data yang diperlukan untuk jaringan perpipaan antara lain peta jalur pipa, elevasi tiap *node*, panjang pipa, diameter pipa, koefisien kekasaran pipa. Setelah semua yang dibutuhkan kemudian input ke dalam program Epanet 2.0, maka analisa sudah didapatkan.

- Simulasi distribusi air dengan Epanet (Gambar 5) digunakan untuk mengetahui dan membandingkan hasil dari sistem distribusi air bersih yang sudah direncanakan dengan perhitungan manual. Sehingga perbedaan dari besar atau kecilnya pipa yang efektif dapat diketahui.
- Potensi ketersediaan air yang terdapat di Desa Damarkasian yaitu dengan sesaat sebesar 23,4 lt/dt yang mampu memenuhi kebutuhan masyarakat Desa Damarkasian. Kebutuhan air bersih untuk desa Damarkasian 10,42 lt/dt pada tahun 2037.



Gambar 5. Simulasi dengan Epanet

3.9. Perhitungan Tarif *Setting*

Penentuan tarif *setting* dalam perencanaan ini dilakukan menggunakan *standart* perhitungan PAMSIMAS[2].

- Biaya Penyusutan = Rp.7.777.778/bulan
- Biaya pemeliharaan dan pengembangan jaringan = Rp.8.166.667/bulan
- Biaya Operasional = Rp.15.944.444
- Biaya Rata-rata = Rp.15.480
- Asumsi Pemakaian Air (80lt/org/hr) = 12 m³/bulan
- Harga Rata-rata Air = Rp.1.290 ≈ Rp.1.300/m³

Jadi harga air dalam perencanaan ini adalah **Rp.1.300/m³**. Dibandingkan dengan harga PDAM **Rp.2.000/m³** perencanaan ini lebih murah dan bisa meringankan pemenuhan kebutuhan air masyarakat Desa Damarkasian.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada kajian ini yaitu debit air bersih yang diperlukan mencukupi kebutuhan air bersih warga pada tahun rencana sebesar 5,43 lt/dt sampai tahun 2037. Hasil analisis elevasi debit kebutuhan air bersih dan permodelan menggunakan Epanet dibutuhkan bangunan 1 unit *broncaptering*, 1 unit reservoir induk, 3 bak pelayanan, dan 35 bak rt. Perencanaan jaringan pipa distribusi sepanjang ± 0,104 km menggunakan pipa jenis PVC dengan besarnya diameter disesuaikan dengan kebutuhan aliran debit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Wigati *et al.*, “Potensi sumber mata air sebagai alternatif penyediaan air bersih pedesaan,” vol. 2, no. 1, p. 27, 2023, doi: 10.36055/cecd.v2i1.19521.
- [2] M. Qomaruddin, A. I. A. Saputra, T. H. Munawaroh, Z. Isnaini, and S. I. Ariyani, “Pemanfaatan Air Bersih Masyarakat Pada Program Pamsimas di Desa Raguklampitan Kabupaten Jepara,” *Pros. Semin. Nas. Publ. Hasil-Hasil Penelit. dan Pengabd. Masy.*, no. September, pp. 571–578, 2017.
- [3] T. R. Sari, S. Suharwanto, and R. D. Asrifah, “Pengolahan Air Tanah Payau Menggunakan Karbon Aktif Granular di Desa Jambakan Kecamatan Bayat Kabupaten Klaten, Jawa Tengah,” *Univ. Pembang. Nas. Veteran Yogyakarta*, vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.31315/psb.v1i1.9040.
- [4] L. Bahunta and R. S. B. Waspodo, “Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 4, no. 1, pp. 37–48, 2019, doi: 10.29244/jsil.4.1.37-48.
- [5] M. Mualim and R. Adeko, “ANALISIS PENURUNAN KUALITAS DAN UPAYA PENGENDALIAN CEMARAN AIR SUNGAI RUPIT,” vol. 15, no. 1, p. 153, 2023, doi: 10.51712/mitraraflesia.v15i1.261.

- [6] H. P. Prasetya, K. Umam, and D. Rochmanto, "Reservoir Perencanaan Struktur Reservoir Air Bersih Desa Pecangaan Kulon, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 1, no. 01, pp. 1–7, 2021.
- [7] M. Mushthofa, D. Candrasasi, and F. Roehman, "Analisis Ketersediaan Air Upaya Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Desa Tinawun Kecamatan Malo Kabupaten Bojonegoro," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 3, no. 01, pp. 39–50, 2023, doi: 10.34001/ces.03012023.5.
- [8] Mushthofa *et al.*, "Analisis Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih Menggunakan SPSS HIPPAM Kanor Kabupaten Bojonegoro)," vol. 4, no. 1, 2024.
- [9] N. Faqih, "Penentuan Head Hidrolis Pada Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan Software Epanet 2.0," 2020.
- [10] N. Faqih and A. Budiyuwono, "Analisa Tarif Setting Pada Perencanaan Jaringan Air Bersih," *J. Econ. Manag. Account. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 225–231, 2022.
- [11] J. P. Miranda, S. B. Soeryamasoeka, and D. Gunarto, "ANALYSIS OF FLOOD HYDROGRAPH IN THE LANDAK SUB WATERSHED," *Tanjungpura Univ.*, vol. 23, no. 3, p. 406, 2023, doi: 10.26418/jts.v23i3.67407.
- [12] A. K. Neno, H. Harijanto, and A. Wahid., "Hubungan Debit Air dan Tinggi Muka Air di Sungai Lambagu Kecamatan Tawaeli Kota Palu," *War. Rimba*, vol. 4, no. 2, pp. 1–8, 2016.
- [13] A. H. P. Hamzah, N. Nurhasanah, and R. Soemarwoto, "Model Pemanfaatan Air di SMPN 28 Bandung sebagai Peraih Penghargaan Adiwiyata di Kota Bandung," vol. 22, no. 3, p. 1695, 2022, doi: 10.33087/jiubj.v22i3.2730.
- [14] Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo, *KABUPATEN WONOSOBO DALAM ANGKA*, vol. 1999, no. December. 2006.
- [15] M. Munawar, Z. Zulkifli, and R. D. P. Sari, "PELATIHAN PERAKITAN DESALINATOR SEDERHANA UNTUK MASYARAKAT DI PEMUKIMAN AIR PAYAU," vol. 5, no. 1, p. 58, 2020, doi: 10.30811/vokasi.v4i2.1923.
- [16] I. Widias tuti, K. Umam, and D. Rochmanto, "Spatial and WTP Development Plan Perencanaan Pembangunan Spal Dan Ipal Untuk Sarana Peningkatan Kualitas Lingkungan Kampung Nelayan Tanjungsari Kabupaten Rembang," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 2, no. 01, pp. 25–34, 2022, doi: 10.34001/ces.02012022.4.
- [17] M. Huda, D. Rochmanto, and N. Hidayati, "Perencanaan Sistem Drainase Sepanjang Jalan Raya Mayong – Bakalan , Kabupaten Jepara," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 01, pp. 26–33, 2021.
- [18] E. Efrizal, Y. A. Saputro, and N. Hidayati, "Implementasi Software Hec-Ras 4.1. 0 Dan Epa Storm Water Management Model (Swmm) 5.1. 0 Pada Efektivitas Analisis Saluran Drainase (Studi Kasus Desa Kelet ...," *J. Civ. Eng. ...*, vol. 02, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unisnu.ac.id/CES/article/view/222%0Ahttps://journal.unisnu.ac.id/CES/article/download/222/134>.
- [19] H. Rachmayanti, R. Musa, and A. Mallombasi, "Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Dengan Menggunakan Software HEC HMS (Studi Kasus DAS Saddang)," *J. Konstr.*, vol. 01, no. 01, pp. 1–9, 2022.
- [20] V. C. Primandani, N. A. S. Purwono, and A. Barkah, "Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Di Wilayah Pelayanan Instalasi Pengolahan Air," *Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, vol. 11, pp. 112–121, 2022, doi: 10.22225/pd.11.1.4469.112-121.
- [21] Agum Wahyu Prasetya, Decky Rochmanto, and Nor Hidayati, "Perencanaan Pembangunan SPAL dan IPAL untuk Sarana Peningkatan Kualitas Lingkungan di Industri Rajungan Desa Bulu," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 4, no. 01, pp. 91–103, 2024, doi: 10.34001/ces.v4i01.900.
- [22] M. Qomaruddin and Y. A. Saputro, "Analisa Alinyemen Horizontal Pada Tikungan Depan Gardu PLN Ngabul Di Kabupaten Jepara," *J. DISPROTEK Univ. Islam Nahdlatul Ulama Jepara*, vol. 7, no. 2, pp. 36–42, 2016.
- [23] M. K. Mahfidh *et al.*, "Analisa Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Raya Kelet - Bangsri," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 02, pp. 0–7, 2022.
- [24] N. Faqih, A. Abdussalam, and O. Indriyati, "Potential Analysis of Muncar River for Utilization of Micro Hidro Power Plant (MHPP): International Journal of Advanced Multidisciplinary Scientific Research (IJAMSR) ISSN: 2581-4281, 2 (5), May, 2019,# Art. 1511, pp 1-8," *Int. J. Adv. Multidiscip. Sci. Res. ISSN*, vol. 2581, no. 4281, p. 2, 2019.