

Potensi Mata Air Aer Babunyi Dan Rancangan Sistem Pipa Untuk Penyediaan Air Bersih Di Negeri Porto, Provinsi Maluku

Daniel Ferdinand Wolter Sahertian¹, Warniyati², Monica Rina Tutkey³, Tri Octaviani Sihombing⁴

¹Mahasiswa Universitas Pattimura, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil

Gmail: fbrave18@gmail.com

^{2,3,4}Staf Pengajar Universitas Pattimura, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil

Gmail: warniyaties@gmail.com, monicatutkey@gmail.com sihombing.octaviani@gmail.com

Abstrak

The people of Negeri Porto in Central Maluku Regency have the problem of clean water which is not sufficient for their needs. There is a spring that has not been managed properly, namely the Aer Babunyi. The spring is 7 km far from the center of Negeri Porto, so it is necessary to find a solution so that the water is easily accessible to people, then plan a reservoir before distributing it to residential areas. In this research, water discharge measurements use the containment method, water quality testing in the laboratory, population projections use the least squares method, head loss analysis use the Hazen William equation. The results show that the spring water discharge is 0.96 l/sec while it quality meets physical, chemical and microbiological standards. The average daily requirement (Qr) is 1,631 l/sec, the maximum daily requirement is 1,957 l/sec, and the peak daily requirement is 3,424 l/sec. The spring discharge is able to meet 28% of water demand of Porto's people. Planning a pipeline network with a length of 1631.97 m, using a pump with a head of 58 m, pump operating time is 6 hours, pump capacity is 0.230 l/sec, and pump power is 2500 watts. The dimension of reservoir are 5mx5mx3.5m.

Keywords: water demand, springs, head loss, pump capacity

1. PENDAHULUAN

Mata air Aer Babunyi merupakan salah satu sumber mata air yang berada di Kecamatan Saparua, Kabupaten Maluku Tengah. Kecamatan Saparua berada di Kepulauan Lease dengan luas keseluruhan 79,90 Km². Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kabupaten Maluku Tengah, Kecamatan Saparua Tahun 2021 wilayah yang terluas di Kecamatan Saparua adalah Negeri Porto dengan luas 23,50 Km², dengan jumlah penduduk 2.808 jiwa. Sistem pengaliran air bersih di Negeri Porto masih kurang baik, karena tidak ada pelayanan dari PDAM sehingga untuk memenuhi kebutuhan air bersih, masyarakat Negeri Porto menggunakan sumber air utama dari sumur bor.

Sumur bor yang tersedia ada tiga, tetapi yang berfungsi hanya dua, Sumur bor tersebut memiliki kedalaman 21 meter. Air dari sumur bor dipompa dan ditampung di reservoir sebelum dialirkan ke rumah-rumah penduduk, Reservoir berjumlah empat buah yang tersebar di tiga tempat, yaitu di daerah Bogor dengan panjang 6 m, lebar 4 m, dan tinggi 4 m sebanyak dua buah, sedangkan reservoir di daerah Kusu-kusu Sare memiliki panjang 6 m, lebar 4 m, dan tinggi 3 m sebanyak satu buah, dan di daerah Tupu berukuran panjang 3 m, lebar 3 m, dan tinggi 2 m sebanyak satu buah. Air dari sumur bor tersebut dipompa dengan pompa Grundfos yang memiliki kapasitas 40 liter/menit menggunakan listrik tenaga

surya, Penggunaan listrik tenaga surya tidak mencukupi karna hanya mampu memompa air seminggu sekali, sehingga untuk menangani permasalahan tersebut, maka digunakan tambahan listrik PLN, namun hanya mampu mengalirkan air seminggu dua kali.

Pada kenyataannya kapasitas air dari sumur bor masih belum mencukupi kebutuhan sehari-hari masyarakat, sehingga saat ini masyarakat mengambil sumber air tambahan di mata air Aer Babunyi, Pemerintah Negeri Porto berencana akan memanfaatkan Mata Air Aer Babunyi untuk menambah pemenuhan air bersih bagi Masyarakat Negeri Porto. Dengan menetapkan lokasi reservoir rencana pada elevasi 72,14 m maka pengaliran harus menggunakan pompa. Mata air Aer babunyi terletak pada jarak 7 Km dari pusat Negeri Porto dengan ketinggian dari permukaan air laut ± 40 m. Masyarakat telah membuat saluran pipa untuk mengalirkan air dari sumber mata air ke reservoir yang berjarak 300 m dan dari reservoir ke rumah singgah berjarak 200 m. Biasanya air dari rumah singgah digunakan oleh masyarakat untuk mencuci kendaraan, dan sebagai sumber air bersih alternatif jika air dari sumur bor tidak mencukupi.

Masyarakat Negeri Porto harus menempuh jarak yang cukup jauh untuk mendapat air dari mata air tersebut. Dengan menggunakan kendaraan berupa roda empat dan roda dua maupun berjalan

kaki dengan jarak 6,5 Km, untuk menempuh perjalanan dari Negeri Porto sampai ke rumah singgah. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi mata air Aer Babunyi dan rancangan sistem pipa untuk penyediaan air bersih di Negeri Porto.”

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Mata Air

Menurut Suciastuti (2002), mata air merupakan air tanah yang keluar secara alami kemudian menuju ke permukaan tanah. Sedangkan menurut Tolman (2010), *spring water* pusat keluarnya air tanah yang muncul sebagai arus dari aliran air tanah. Klasifikasi mata air berdasarkan kontinuitas keluarnya air tanah pada mata air, maka mata air dapat dibedakan menjadi mata air *intermittent*, mata air musiman, mata air tahunan, mata air periodik.

2.2. Syarat Pelayanan Air Baku

Air harus memenuhi syarat-syarat tertentu agar layak dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Air baku harus memenuhi syarat kualitas maupun kuantitas air bersih. Syarat kualitas meliputi parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi. Sedangkan syarat kuantitas meliputi kapasitas air yang dibutuhkan secara normal oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari.

2.3. Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi penduduk dalam periode tertentu di masa yang akan datang perlu dihitung dalam merencanakan sistem penyediaan air bersih. Berikut adalah beberapa rumus yang dapat digunakan untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk (Astuti, 2023).

a. Metode analisis geometrik

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

$$r = \left(\left(\frac{P_{2016}}{P_{2015}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) \quad (2)$$

b. Metode analisis aritmatik

$$P_n = P_o(1 + r \times n) \quad (3)$$

$$r = \left(\frac{\frac{P_{2016}}{P_{2015}} - 1}{n} \right) \quad (4)$$

c. Metode analisis eksponensial

$$P_n = P_o \times e^{r \times n} \quad (5)$$

$$r = \left(\frac{\ln \left(\frac{P_{2016}}{P_{2015}} \right)}{n} \right) \quad (6)$$

Dengan:

P_n : jumlah pertumbuhan penduduk

P_o : jumlah penduduk (jiwa)

r : laju pertumbuhan penduduk

n : selisih tahun dasar dan tahun akhir

d. Metode *least square*

$$Y = a + bx \quad (7)$$

Mencari nilai a

$$a = \frac{\sum y \times \sum x^2 - \sum xy}{n \times \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (8)$$

Mencari nilai b

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (9)$$

Dengan:

y : nilai variabel berdasarkan garis regresi

x : variabel independen

a : konstanta

b : koefisien arah regresi linear

Untuk menentukan pilihan rumus proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan dengan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran harus dilakukan analisis dengan menghitung standar deviasi (persamaan 10).

$$Sdv = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - Y_{mean})^2}{n}} \quad (10)$$

Dengan:

Sdv : standar deviasi

Y_i : jumlah penduduk tahun ke- i

Y_{mean} : jumlah penduduk rata-rata

n : jumlah data

2.4. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya air yang diperlukan untuk melayani penduduk yang dibagi dalam dua klasifikasi pemakaian air, yaitu untuk keperluan domestik (rumah tangga) dan non domestik.

a. Kebutuhan air rata-rata harian

$$Q_r = Q + \text{kehilangan air} \quad (11)$$

b. Kebutuhan harian maksimum

$$Q_m = Q_r \times f_1 \quad (12)$$

c. Kebutuhan jam puncak

$$Q_p = Q_m \times f_2 \quad (13)$$

Dengan:

Q : debit total (SR+HU)

Q_r : kebutuhan air rata-rata harian

Q_m : kebutuhan hari maksimum

Q_p : kebutuhan jam puncak

f_1 : faktor hari maksimum (1,2)

f_2 : faktor jam puncak (1,75)

2.5. Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan adalah sistem yang menggunakan pipa sebagai sarana pendistribusian air. Sistem perpipaan terbagi menjadi pengaliran gravitasi dan pengaliran pemompaan.

2.6. Kehilangan Tekanan

Kehilangan tinggi tekan (*head loss*) dalam pipa dapat dibedakan menjadi kehilangan tinggi tekan mayor (*major losses*) dan kehilangan tinggi tekan minor (*minor losses*). Major losses disebabkan oleh gesekan di sepanjang pipa, sedangkan (*minor losses*) disebabkan oleh pelebaran atau peneympitan pada pipa, mulut pipa, belokan pipa, sambungan, dan katub. Kehilangan tinggi tekan mayor dihitung dengan persamaan Hazen-Williams (persamaan 14).

$$hf = \left[\frac{10,675 \times Q^{1,85}}{Chw^{1,85} \times D^{4,87}} \right] \times L \quad (14)$$

Dengan:

Q : kapasitas aliran (m³/detik)
L : panjang pipa (m)
Chw : koefisien kekasaran Hazen-Williams
D : diameter pipa (m)

Kehilangan tinggi tekan akibat minor losses dihitung dengan persamaan 15.

$$hl = k \frac{v^2}{2g} \quad (15)$$

Dengan:

hl : kehilangan tinggi tekan minor (m)
k : koefisien karakteristik pipa (m)
v : kecepatan (m/detik)
g : gravitasi (9,81) (m/detik²)

Kehilangan energi pada belokan dihitung dengan persamaan 16.

$$k = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{Db}{2R} \right)^{3,5} \right] \left[\frac{\theta}{90} \right]^{0,5} \quad (16)$$

Dengan:

Db : diameter dalam belokan (m)
R : Jari-jari lengkung sumbu belokan (m)
 θ : sudut belokan (derajat)
k : koefisien kerugian

Analisis kecepatan keluar dihitung dengan menggunakan persamaan 17.

$$vk = \frac{v^2}{2g} \quad (17)$$

Dengan:

vk : kecepatan keluar (m/detik)
v : kecepatan (m/detik)
g : gravitasi (9,81) (m/detik²)

Untuk menghitung kapasitas aliran dalam pipa menggunakan persamaan 18.

$$Q = V \times A \quad (18)$$

Dengan:

A : luas genangan (m²)
V : kecepatan aliran (m/detik)
Q : kapasitas aliran (m³/detik)

Kecepatan aliran dihitung dengan persamaan 19, 20, dan 21.

$$V = 0,3545 \times Chw \times D^{0,63} \times S^{0,54} \quad (19)$$

$$S = \frac{hf}{L} \quad (20)$$

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \quad (21)$$

Dengan:

V : kecepatan aliran (m/detik)
Chw : koefisien kekasaran Hazen-Williams
D : diameter pipa (m)
S : kemiringan garis energi
hf : kehilangan tinggi tekan mayor (m)
L : panjang pipa (m)
Q : kapasitas aliran (m³/detik)
A : luas genangan (m²)

2.7. Reservoir

Reservoir merupakan bangunan penampung air minum sebelum dilakukan pendistribusian ke pelanggan masyarakat (SNI 7509, 2011) yang dapat ditempatkan di bawah permukaan tanah atau di atas permukaan tanah dalam bentuk menara atau tower. Reservoir yang direncanakan sebesar 15-25% kebutuhan yang paling maksimum (PUPR, 2007). Untuk menentukan volume reservoir digunakan persamaan 22.

$$Vr = 25\% \times Qp \quad (22)$$

Dengan:

Vr : volume reservoir (m³)
Qp : kebutuhan jam puncak (m³/dtk)

2.8. Pompa

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Head pompa dapat dihitung menggunakan persamaan 23.

$$H = ha + \Delta hp + h1 + \frac{v^2}{2g} \quad (23)$$

Dengan:

H : kehilangan energi total pompa (m)
ha : kehilangan energi statis total (m)
ha : hs + hd
 Δhp : perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)
h1 : kehilangan akibat gesekan, katup, dan belokan (m)
g : gravitasi (9,81) (m/detik²)
v : kecepatan aliran

Daya pompa juga perlu dihitung untuk mengetahui kpsitas pompa yang akan dipakai (pers. 24).

$$P = \frac{\rho \times g \times Q \times H}{\eta} \quad (24)$$

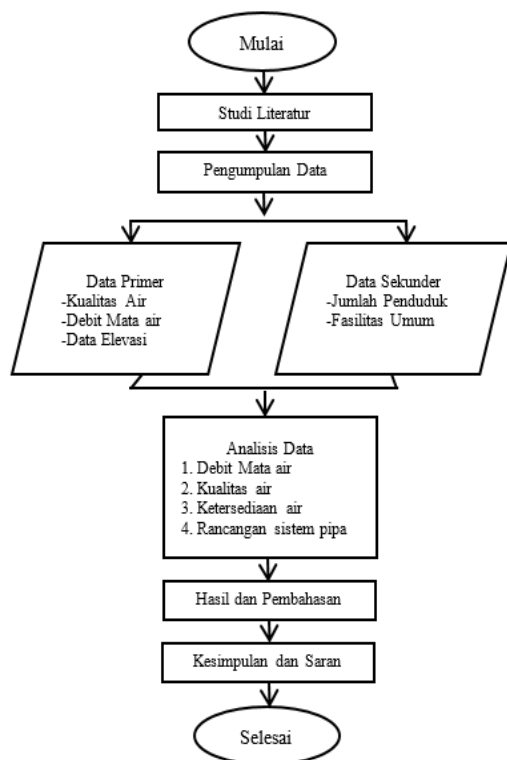
Dengan:

- P : daya pompa (kW)
 ρ : densitas fluida (kg/m^3)
 g : gravitasi ($9,81$) (m/detik^2)
 H : head pompa (m)
 η : efisiensi pompa ($0,85\%$)
 Q : debit rencana (liter/detik)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian

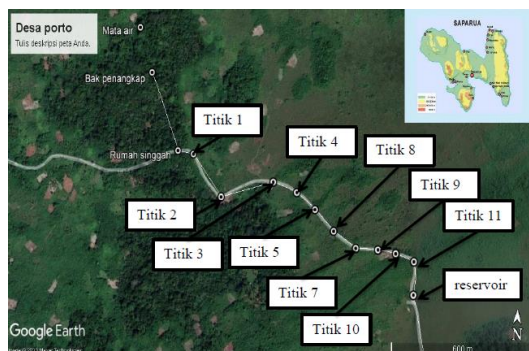
Alur penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 1 menunjukkan langkah-langkah penelitian yang dilakukan dari awal mulai sampai selesai.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Maluku Tengah, Kecamatan Saparua, Negeri Porto. Lokasi penelitian dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder.

1) Data primer

Data primer yaitu data yang diperoleh lewat observasi atau pengukuran langsung di lapangan. Berikut adalah data-data primer dalam penelitian ini.

a. Data debit mata air diperoleh dengan cara pengukuran langsung di lapangan dengan metode tampung yaitu mengukur berapa liter air yang tertampung di sebuah wadah dalam waktu tertentu.

b. Data kualitas air didapat dengan cara mengambil sampel air dari sumber mata air dan diuji di laboratorium.

c. Data elevasi diperoleh dengan cara survey pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan aplikasi UTM Geomap. Data elevasi dibutuhkan untuk perencanaan pipa air.

2) Data sekunder

Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari hasil penelitian atau pendataan dari instansi pemerintah daerah. Data sekunder dalam penelitian ini sebagai berikut.

a. Data jumlah penduduk didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Maluku Tengah.

b. Data fasilitas umum diperoleh dengan cara wawancara/survey secara langsung pada lokasi penelitian.

3.4. Teknik Analisa Data

1) Pengujian parameter kualitas air dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Maluku. Pengujian kualitas fisik, kimia dan mikrobiologi mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/Menkes/PER/IV/2010.

2) Proyeksi jumlah penduduk dihitung dengan metode geometrik, aritmatik, ekponensial dan *least square*.

3) Pengukuran debit air dilakukan dengan metode tampung.

4) Perhitungan kebutuhan air dihitung merujuk pada Modul Proyeksi Kebutuhan Air Dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air. Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi Dan Distribusi Air Minum (PUPR, 2007).

5) Perhitungan kehilangan air menggunakan metode Hazen-William.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kualitas Air

Pengambilan sampel dari sumber mata air Aer Babunyi tanggal 12 Oktober 2022 dengan kondisi cuaca cerah, penyerahan sampel air bersih tanggal 13 Oktober 2022 di Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Maluku, dan hasil uji kualitas air

diambil pada tanggal 1 November 2022. Hasil uji parameter kualitas air untuk fisika, kimia dan mikrobiologi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji Parameter Kualitas Air Minum

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maks.)	Hasil
FISIKA				
1	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau
2	Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/l	1000	117,7
3	Kekeruhan	NTU	25	0,71
4	Rasa		Tidak berasa	Tidak berasa
5	Suhu	°C	Suhu udara ± 3	27,8
6	Warna	TCU	50	5
KIMIA				
7	Arsen	mg/l	0,05	-
8	Fluorida	mg/l	1,5	0,0
9	Total kromium	mg/l	0,05	0,0
10	Kadmium	mg/l	0,005	0,0
11	Nitrit (sebagai NO ₂)	mg/l	1	0,0
12	Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/l	10	0,0
13	Sianida	mg/l	0,1	-
14	Selenium	mg/l	0,01	-
15	Besi	mg/l	1	0,0
16	Kesadahan	mg/l	500	150
17	Khlorida	mg/l	250	5,42
18	Mangan	mg/l	0,5	0,0
19	Ph	mg/l	6,5-8,5	8,30
20	Seng	mg/l	15	0,0
21	Sulfat	mg/l	400	4,56
22	Timbal	mg/l	0,05	0,0
KIMIA ORGANIK				
23	Zat organik	mg/l	10	0,4
MIKROBIOLOGI				
24	Total koliform	Jumlah /100 ml	50	3,0

4.2. Debit Air

Pengukuran debit Mata Aer babunyi Negeri Porto dilakukan dengan metode tampung, yaitu dengan menampung air yang mengalir dari pipa PVC ke dalam sebuah wadah dalam rentang waktu tertentu. Volume tampungan yang dipakai adalah 12 liter. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali dengan hasil rata-rata debit untuk pipa 1 adalah 0.33 liter/detik dan pipa 2 sebesar 0.63 liter/detik. Debit air total dari kedua pipa tersebut adalah 0.96 liter/detik.

Tabel 2. Debit Mata Air

Pipa	Q (l/dtk)
Pipa 1	0.33
Pipa 2	0.63
Jumlah	0.96

4.3. Proyeksi jumlah penduduk

Tabel 3 merupakan data jumlah penduduk Negeri Porto dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2022. Terlihat bahwa jumlah penduduk selama delapan tahun terakhir mengalami kenaikan maupun penurunan.

Tabel 3. Jumlah penduduk Negeri Porto

No.	Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)
1	2015	2681
2	2016	2688
3	2017	2308
4	2018	2615
5	2019	2677
6	2020	2647
7	2021	2808
8	2022	2419

Sumber: BPS Kabupaten Maluku Tengah (2021)

Berdasarkan data penduduk yang telah diperoleh, selanjutnya dihitung proyeksi jumlah penduduk untuk 10 tahun mendatang yang dihitung dengan empat metode yakni metode geometrik, aritmatik, eksponensial, dan *least square* dengan menggunakan pers. 1 sampai pers. 9. Metode proyeksi terpilih adalah metode yang memiliki nilai standar deviasi (pers. 10) terkecil yaitu metode *least square* (lihat Tabel 4).

Tabel 4. Nilai Standar Deviasi

Metode	Standar Deviasi
Aritmatik	152.73
Geometrik	151.48
Eksponensial	151.52
Least Square	4.61

Hasil proyeksi jumlah penduduk dengan metode *least square* untuk 10 tahun ke depan dapat dilihat dalam Tabel 5, yaitu dari tahun 2023 sampai dengan tahun 2032. Terlihat bahwa proyeksi jumlah penduduk cenderung mengalami penurunan dari tahun ke tahun.

Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk

No.	Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)
1	2023	2599
2	2024	2597
3	2025	2595
4	2026	2593
5	2027	2591
6	2028	2590
7	2029	2588
8	2030	2586
9	2031	2584
10	2032	2582

4.4. Kebutuhan air

Kebutuhan air terbagi menjadi dua yaitu kebutuhan air domestik dan non domestik. Melihat hasil proyeksi jumlah penduduk yang semakin menurun dari tahun ke tahun, sehingga perhitungan kebutuhan air didasarkan pada jumlah penduduk tahun 2023.

1) Kebutuhan air domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air untuk sambungan rumah (SR) dan hidran umum (HU) dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7. Cakupan pelayanan untuk kategori desa adalah 70%, dan SR:HU 70:30 (PUPR, 2007).

Tabel 6. Kebutuhan air domestik SR

Tahun	Jumlah penduduk	Cakupan pelayanan desa 70%	Cakupan pelayanan SR desa 70%	Kebutuhan SR desa	Kebutuhan Air SR	
	(jiwa)	(jiwa)	(jiwa)	(l/orgr/hr)	(l/hr)	(l/dtk)
2023	2599	1819	1274	70	89146	1.032

Tabel 7. Kebutuhan air domestik HU

Tahun	Jumlah penduduk	Cakupan pelayanan desa 70%	Cakupan pelayanan HU desa 30%	Kebutuhan HU desa	Kebutuhan Air HU	
	(jiwa)	(jiwa)	(jiwa)	(l/orgr/hr)	(l/hr)	(l/dtk)
2023	2599	1819	546	30	16374	0.190

Dari hasil perhitungan Tabel 6, Kebutuhan air SR sebesar 1.032 l/dtk dan HU sebesar 0.190 l/dtk, sehingga kebutuhan air domestik adalah sebesar 1.2210 l/dtk.

2) Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air dari fasilitas-fasilitas umum yang membutuhkan air bersih di Negeri Porto dapat dilihat pada Tabel 8 yang menunjukkan total kebutuhan air non-domestik adalah 0.103 l/dtk.

Tabel 8. Kebutuhan air non domestik

Fasilitas	Jumlah	Konsumsi		Kebutuhan Air	
		(l/orgr/hr)	(l/hr)	(l/hr)	(l/dtk)
Peribadatan (gereja)	2 unit	-	300	300	0.003
Kesehatan (puskesmas)	1 unit	-	1200	1200	0.014
Pendidikan					
1. SD Neg. 146	64 org	5	320	1600	0.019
2. SD Neg. 252	66 org	5	330	1650	0.019
3. SD Neg. 237	78 org	5	390	1950	0.023
4. SD Neg. 213	88 org	5	440	2200	0.025
Jumlah				8900	0.103

4.5. Kebutuhan Total

Kebutuhan total adalah kebutuhan air dari hasil domestik dan non domestik yang telah dijumlahkan dapat dilihat pada Tabel 9, sehingga kebutuhan rata-rata harian (Qr) sebesar 1.631 l/dtk, kebutuhan maksimum harian sebesar 1.957 l/dtk, dan kebutuhan puncak harian sebesar 3.424 l/dtk.

Tabel 9. Kebutuhan Total

Tahun	Domestik (SR+HU)	Non Domestik	Q	Faktor hari maksimum (f1)	Faktor jam puncak (f2)	Faktor kehilangan air (25%)	Qr	Qm	Qp
	(l/dtk)	(l/dtk)	(l/dtk)			(l/dtk)	(l/dtk)	(l/dtk)	(l/dtk)
2023	1.222	0.103	1.325	1.2	1.75	0.306	1.631	1.957	3.424

Jika dibandingkan kebutuhan total dengan debit mata air yaitu 0.96 ltr/dtk, maka debit mata air mampu memenuhi 28% kebutuhan air di Negeri Porto. Sumber mata air Aer Babunyi akan dipakai sebagai tambahan untuk sumber air yang sudah ada sebelumnya.

4.6. Jaringan Pipa

Perencanaan jaringan pipa dibuat berdasarkan data survei elevasi dan titik koordinat menggunakan UTM Geomap dalam Tabel 10. Data UTM Geomap diimport ke *Autocad* untuk penggambaran peta jaringan pipa yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Jenis pipa yang akan digunakan adalah pipa PVC. Perencanaan diameter pipa sebagai berikut.

Q (mata air) = 0.96 ltr/dtk = 0.000962 m³/detik
 L (brondcaptering – reservoir) = 1631.97 m
 Chw (koef. Hazen William Pipa PVC) = 120
 D = 3 inci = 0.0762 m.

Kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan persamaan (19).

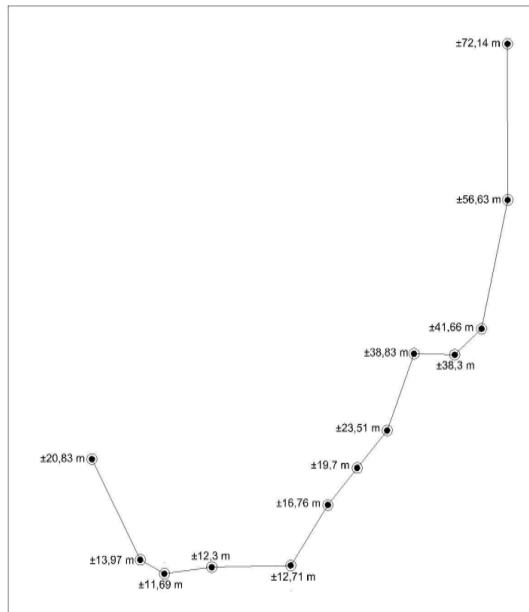
$$V = 0.3545 \times 120 \times 0.0762^{0.63} \times 0.1540.54 = 3.059 \text{ m/s.}$$

Luas penampang pipa dihitung menggunakan persamaan (20).

$$A = \pi \frac{0.0762^2}{4} = 0.0046 \text{ m}^2$$

Tabel 10. Data jaringan pipa

Titik	Koordinat jaringan pipa		Pipa	Panjang (m)	Elevasi (m)	Sudut belokan (derajat)
	X	Y				
1	456154,78	9608972,80	1.2	312	20,83	
2	456295,18	9608694,07	2.3	70,41	13,97	56,84
3	456365,15	9608686,19	3.4	201,1	11,69	40,54
4	456502,38	9608539,23	4.5	239,4	12,3	64,12
5	456731,15	9608609,85	5.6	112	12,71	33,05
6	456838,90	9608579,17	6.7	101,7	16,76	
7	456923,89	9608523,38	7.8	112,6	19,7	
8	457010,77	9608451,79	8.9	111,8	23,51	
9	457108,86	9608398,11	9.10	97,75	39,3	
10	457206,60	9608399,70	10.11	78,02	39,83	
11	457284,24	9608392,00	11.12	79,52	41,66	
12	457360,66	9608370,03	12.13	61,82	56,63	72,54
13	457359,49	9608255,12	13	53,85	72,14	
Total				1631,97		



Gambar 3. Skema jaringan pipa

Kontrol kemampuan pipa mengalirkan debit dengan menggunakan persamaan (21). Jika Q pipa > Q mata air maka pipa dengan diameter tersebut dapat dipakai.

$$Q \text{ pipa} = 3.059 \times 0.0046 = 0.0140 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

cek $0.0140 > 0.000962 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (OK).

Karena Q pipa adalah 3 inci dan lebih besar dari debit mata air maka diameter pipa 3 inci dapat dipakai.

4.7. Kehilangan Energi

1) Major Losses

Kehilangan air mayor sebagai akibat gesekan sepanjang pipa dihitung dengan persamaan (14).

$$hf = \frac{10.67 \times 0.000962^{1.85}}{120^{1.85} \times 0.0762^{4.87}} \times 1631.97 = 1.81 \text{ m}$$

2) Minor Losses

Tabel 11 menunjukkan hasil perhitungan minor losses akibat belokan sebesar 3.681 m dengan menggunakan persamaan (15) dan (16).

Menghitung kecepatan keluar menggunakan persamaan (22).

$$vk = \frac{3.059^2}{2(9.81)} = 0.476 \text{ m/dtk}$$

Tabel 11. Hasil minor losses

Titik	Sudut Belokan (°)	k	hl (m)
2	56.84	1.599	0.762
3	40.54	1.371	0.653
4	64.12	1.690	0.806
5	33.05	1.250	0.596
12	74.54	1.812	0.864
Jumlah			3.681

4.8. Head Pompa

Head Total pompa dihitung menggunakan persamaan (23).

$$\text{Elevasi (brondcaptering)} = 20.83 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi reservoir} = 72.14 \text{ m}$$

$$\text{Beda tinggi} = 20.83 - 72.14 = -51.31 \text{ m}$$

$$H = 51.31 + 1.81 + 3.681 + 0.476 = 57.28 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh head pompa sebesar 57.28 m dan dibulatkan menjadi 58 m sehingga perhitungan selanjutnya akan menggunakan nilai 58 m.

4.9. Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa direncanakan dengan waktu operasi pompa selama 6 jam.

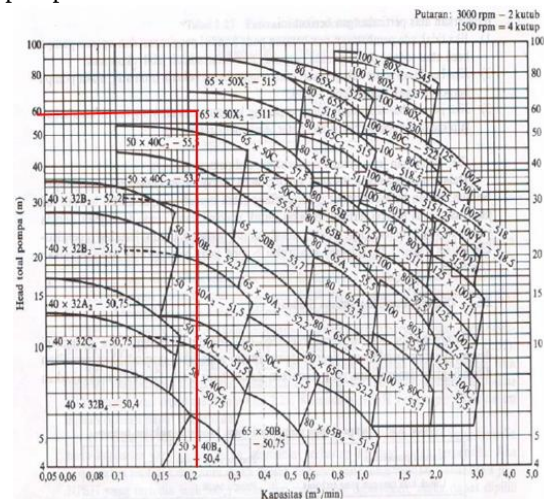
$$\text{Debit mata air: } 0.96 \times 3600 \times 24 = 82944 \text{ l/hari}$$

$$\text{Debit pompa: } 0.96 \times 3600 \times 6 = 20736 \text{ l/hari}$$

Kapasitas pompa:

$$\frac{82944}{20736} \times 0.96 = 3.84 \frac{1}{\text{dtk}} = 0.230 \frac{1}{\text{menit}}$$

Pemilihan pompa dilakukan dengan menggunakan diagram pemilihan pompa (Sularso dan Tahara, 1991) pada Gambar 5. Caranya adalah mencari titik perpotongan antara head pompa 58 m (sumbu y) dan kapasitas pompa 0.2304 m³/menit (sumbu x), sehingga ditemukan nomor katalog pompa 65 x 50X₂ – 511.



Gambar 4. Diagram pemilihan pompa

Berikut adalah spesifikasi dari pompa yang telah terpilih.

Diameter hisap	: 0.065 m (2.5 inci)
Diameter keluar	: 0.050 m (2 inci)
Jumlah kutub	: 2 (Putaran 3000 rpm)
Frekuensi	: 5 (50 Hz)
Daya pompa	: 11 kW (11000 watt)

4.10. Daya Pompa

Pemilihan daya pompa pada diagram sangat besar untuk realisasikan di lapangan yaitu 11 kW, maka akan dilakukan perhitungan manual untuk daya pompa yang lebih kecil. Untuk menghitung daya pompa menggunakan persamaan (24).

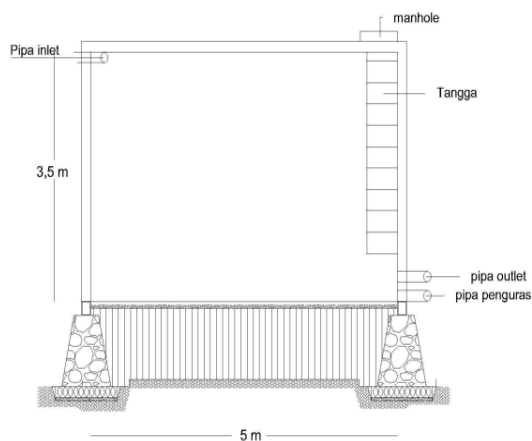
$$P = \frac{1 \cdot 9,81 \cdot 3,84 \cdot 57,28}{0,85} = 2.5 \text{ kW} = 2500 \text{ watt}$$

4.11. Reservoir

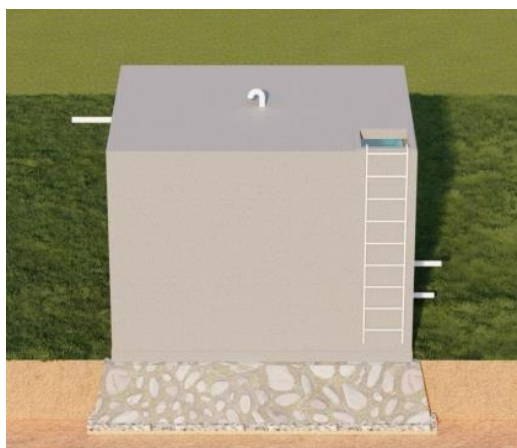
Perencanaan reservoir pada elevasi 72.14 m dengan lokasi yang telah disarankan oleh pemerintah Negeri Porto. Perhitungan volume reservoir menggunakan persamaan (22) (Tiwery dan Hully, 2021).

$$V_r = 25\% \times 3.424 = 0.856 \text{ l/dtk} = 73.96 \text{ m}^3$$

Perhitungan menghasilkan volume reservoir sebesar 73.76 m³ sehingga dibulatkan menjadi 75 m³. Reservoir didesain berbentuk balok dengan ukuran panjang 5 m, lebar 5 m, dan tinggi 3.5 m (*free board* 0.5 m) seperti pada Gambar 5.



Gambar 4. Reservoir 2D



Gambar 5. Reservoir 3D

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang diambil sebagai berikut:

- 1) Hasil pengukuran debit air menggunakan metode tampung diperoleh 0.96 liter/detik.
- 2) Kualitas mata air yang diuji pada laboratorium kesehatan memenuhi standar fisika, kimia, dan mikrobiologi.
- 3) Proyeksi jumlah penduduk 10 tahun mendatang semakin menurun sehingga untuk perhitungan kebutuhan air digunakan proyeksi dengan jumlah penduduk tertinggi yaitu pada tahun 2023 sebesar 2599 jiwa.
- 4) Kebutuhan rata-rata harian (Qr) sebesar 1.631 l/dtk, kebutuhan maksimum harian sebesar 1.957 l/dtk, dan kebutuhan puncak harian sebesar 3.424 l/dtk.
- 5) Debit mata air mampu memenuhi 28% kebutuhan air di Negeri Porto.
- 6) Perencanaan jaringan pipa dengan panjang 1631.97 m, pompa dengan head pompa 58 m dengan waktu operasi selama 6 jam, dan daya pompa 2500 watt.
- 7) Dimensi reservoir yang direncanakan adalah 5 m x 5 m x 3,5m.

5.2. Saran

- 1) Disarankan penelitian selanjutnya untuk perencanaan alternatif menggunakan pengaliran sistem gravitasi, karena kondisi lapangan elevasi *brondcaptering* dan elevasi lokasi reservoir distribusi memiliki beda elevasi positif sebesar 8.83 m.
- 2) Penelitian selanjutnya dapat perencanaan jaringan pipa distribusi ke rumah-rumah penduduk maupun fasilitas yang ada.
- 3) Pengaturan jam pemberian air secara bergilir.

Daftar Pustaka

- Astiti, S.P.C, 2023, *Penerapan Metode Least Square Dalam Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk*, SEPREN:Jurnal of Mathematics Education and Applied, Vol.04, No.02, pp.147-154.
<https://doi.org/10.36655/sepren.v4i1>
- BPS Kabupaten Maluku Tengah, 2021, *Kecamatan Saparua Dalam Angka*
- Kemenkes, 2010, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/Menkes/PER/IV2010*

PUPR, 2007, *Modul Proyeksi Kebutuhan Air Dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air. Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi Dan Distribusi Air Minum*, 1–16.

SNI 7509, 2011, *Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi Dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*, Jakarta.

Sularso, Tahara H, 1991, *Pompa dan Kompresor*, Pradnya Paramitha, Jakarta.

Tiwery, C.J & Hully, A., 2021, *Analisa Sistem Distribusi Air Bersih Tahun 2020-2040 Di Desa Negeri Lama Kecamatan Baguala, Kota Ambon, (Studi Kasus RT 01, 02/RW 01 Dan RT 09/RW 04)*, Jurnal Manumata, Vol.7, No. 1.