

**PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI OHOI KELANIT
KECAMATAN KEI KECIL KABUPATEN MALUKU TENGGARA**

*PLANNING OF CLEAN WATER DISTRIBUTION NETWORK IN OHOI KELANIT
KEI KECIL DISTRICT OF SOUTHEAST MALUKU REGENCY*

Dafrosa Gillyan Atibi¹, Lies Kurniawati Wulandari², Bambang Wedyantadji³

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang

^{2) 3)}Dosen Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang

Email: 1921901.dafrosaatibi@gmail.com¹

ABSTRAK

Ohoi Kelanit merupakan desa di Kecamatan Kei Kecil Kabupaten Maluku Tenggara, dengan luas wilayah 13,37 km². Berdasarkan data penduduk di Ohoi Kelanit pada tahun 2020, jumlah penduduk Ohoi Kelanit adalah 982 jiwa dengan jumlah KK yaitu 208 KK. Dilihat dari kondisi yang terjadi di Ohoi Kelanit, dimana belum tersedianya sarana air bersih dan untuk pemanfaatan air bersih penduduk masih menggunakan air sumur maupun membeli air. Berdasarkan kondisi eksisting bahwa sudah tersedianya IPA dengan kapasitas 100 liter/detik yang dimiliki PDAM Maluku Tenggara, namun penggunaan air bersih dari IPA ini hanya difokuskan pada kawasan perkotaan (Langgur) sedangkan di Ohoi Kelanit belum terlayani PDAM. Oleh sebab itu dari kapasitas 100 liter/detik ini akan diambil untuk perencanaan jaringan distribusi air bersih di Ohoi Kelanit. Dari hasil analisa didapat kebutuhan air bersih di Ohoi Kelanit selama kurun waktu 10 tahun adalah 19,087 liter/detik dengan kapasitas reservoir sebesar 42 m³. Berdasarkan simulasi program Epanet 2.0, pipa yang di gunakan dalam perencanaan adalah pipa GIP dengan dimensi pipa yaitu diameter 3" (P = 474,07 m), diameter 2" (P = 178,78 m), diameter 1 ½" (P = 572,79 m), diameter 1¼" (P = 1114,85 m), diameter 1" (P = 559,43 m). Kecepatan aliran sebesar 0,32 – 0,79 meter/detik dan tekanan dalam pipa sebesar 5,45 – 25,67 meter.

Kata kunci : jaringan distribusi, air bersih, epanet 2.0

ABSTRACT

Ohoi Kelanit is a village in Kei Kecil District of Southeast Maluku Regency, with an area of 13.37 km². Based on population data in Ohoi Kelanit in 2020, the population of Ohoi Kelanit is 982 people with the number of KK which is 208 KK. Judging from the conditions that occur in Ohoi Kelanit, where there are no clean water facilities available and for the use of clean water residents still use well water or buy water. Based on existing conditions that there is already an IPA with a capacity of 100 liters / second owned by PDAM Maluku Tenggara, but the use of clean water from this IPA is only focused on urban areas (Langgur) while in Ohoi Kelanit has not been served by PDAM. Therefore, from the capacity of 100 liters / second this will be taken for the planning of the clean water distribution network in Ohoi Kelanit. From the results of the analysis obtained the need for clean water in Ohoi Kelanit for a period of 10 years is 19,087 liters/second with a reservoir capacity of 42 m³. Based on the epanet 2.0 program simulation, the pipe used in the planning is a GIP pipe with a pipe dimension of 3" (P = 474,07 m), diameter 2" (P = 178,78 m), diameter 1 ½" (P = 572,79 m), diameter 1 ¼" (P = 1114,85 m), diameter 1" (P = 559,43 m). Velocity of 0,32 – 0,79 meters/second and pressure in the pipe of 5,45 – 25,67 meters.

Keywords : distribution network, clean water, epanet 2.0

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan pokok bagi kelangsungan hidup manusia. Sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan air bersih, dengan demikian perlu adanya pemenuhan kebutuhan air bersih yang meningkat dari tahun ke tahun baik mencari sumber air bersih maupun peningkatan distribusi ke penduduk.

Ohoi Kelanit merupakan desa di Kecamatan Kei Kecil Kabupaten Maluku Tenggara, dengan luas wilayah 13,37 km². Berdasarkan data penduduk di Ohoi Kelanit pada tahun 2020, jumlah penduduk Ohoi Kelanit adalah 982 jiwa dengan jumlah KK yaitu 208 KK. Dilihat dari kondisi yang terjadi di Ohoi Kelanit, dimana belum tersedianya sarana air bersih dan untuk pemanfaatan air bersih penduduk masih menggunakan air sumur maupun membeli air.

Sistem penyediaan air bersih PDAM di Kabupaten Maluku Tenggara dilakukan melalui sistem perpipaan, sistem pengaliran dengan pemompaan dari sumber yang sudah ada saat ini dan pengaliran secara gabungan (gravitasi dan pompa) menuju ke reservoir distribusi. Pada perencanaan yang akan dilakukan dalam studi ini tidak menggunakan pompa karena pengalirannya secara gravitasi dari reservoir menuju daerah pelayanan.

Sumber daya air yang digunakan oleh PDAM Maluku Tenggara berasal dari berbagai macam sumber seperti: air permukaan, mata air, dan air tanah dalam. Dalam perencanaan ini untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Ohoi Kelanit, digunakan sumber dari Danau Ablel yang berlokasi di Ohoi Ngilngof. Dimana jarak antara sumber dan daerah penduduk yang dilayani air bersih ± 3,17 km. Danau Ablel merupakan air permukaan maka harus melalui tahapan pengolahan air pada Instalasi Pengolahan Air Bersih agar memenuhi kualitas standar air bersih yang ditetapkan. Instalasi Pengolahan Air Bersih di

Danau Ablel sudah tersedia dengan kapasitas sebesar 100 liter/detik.

Berdasarkan kondisi eksisting bahwa sudah tersedianya IPA dengan kapasitas 100 liter/detik yang dimiliki PDAM Maluku Tenggara, namun penggunaan air bersih dari IPA ini hanya difokuskan pada kawasan perkotaan (Langgur) sedangkan di Ohoi Kelanit belum terlayani PDAM. Oleh sebab itu dari kapasitas 100 liter/detik ini akan diambil untuk perencanaan jaringan distribusi air bersih di Ohoi Kelanit, sehingga dari perencanaan ini diharapkan mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk di Ohoi Kelanit.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Proyeksi Jumlah Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk dapat dilakukan dengan berbagai metode. Untuk menentukan metode proyeksi penduduk yang akurat, ditentukan dahulu nilai koefisien korelasi (r) dari masing-masing metode proyeksi.

1. Metode Aritmatik

Proyeksi penduduk dengan metode aritmatik mengasumsikan bahwa jumlah penduduk pada masa depan akan bertambah dengan jumlah yang sama setiap tahun (Adioetomo dan Samosir, 2010).

$$P_n = P_0(1 + rn) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk pada proyeksi tahun ke-n (jiwa)

P_0 = Jumlah penduduk pada awal tahun data (jiwa)

r = Laju pertumbuhan penduduk (%)

n = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

2. Metode Geometrik

Proyeksi penduduk dengan metode geometrik menggunakan asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara geometrik menggunakan dasar perhitungan bunga majemuk (Adioetomo dan Samosir, 2010).

$$P_n = P_0(1 + r)^n \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk pada proyeksi tahun ke-n (jiwa)

P₀ = Jumlah penduduk pada awal tahun data (jiwa)

r = Laju pertumbuhan penduduk (%)

n = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

3. Metode Eksponensial

Menurut Adioetomo dan Samosir (2010), metode eksponensial menggambarkan pertambahan penduduk yang terjadi secara sedikit-sedikit sepanjang tahun, berbeda dengan metode geometrik yang mengasumsikan bahwa pertambahan penduduk hanya terjadi pada satu saat selama kurun waktu tertentu.

$$P_n = P_0 \times e^{r.n} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk pada proyeksi tahun ke-n (jiwa)

P₀ = Jumlah penduduk pada awal tahun data (jiwa)

r = Laju pertumbuhan penduduk (%)

n = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

e = Bilangan logaritma natural (2,7181818)

Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Langkah-langkah Perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih berdasarkan Panduan Pengembangan Air Bersih Cipta Karya tahun 2007 adalah sebagai berikut :

1. Prakiraan Air Rata-Rata (Q_r)

$$Q_r = \text{Jml keb. air} \times \text{Prediksi jml penduduk} \dots\dots(4)$$

2. Kebutuhan Air Harian Max (Q_{hm})

$$Q_{hm} = 1,15 \times Q_r \dots\dots\dots(5)$$

3. Kebutuhan Air Jam Max(Q_{jm})

$$Q_{jm} = 1,7 \times Q_{hm} \dots\dots\dots(6)$$

4. Kehilangan Air (HI)

$$HI = \frac{20}{60} \times Q_{jm} \dots\dots\dots(7)$$

5. Kebutuhan Air Total

$$\text{Kebutuhan air total} = Q_{jm} + HI \dots\dots(8)$$

Jaringan Pipa Distribusi

Kehilangan tekanan dalam pipa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen Williams (SNI 7509, 2011):

$$h_f = \frac{10,675 L Q^{1,852}}{C^{1,852} D^{4,87}} \dots\dots\dots(9)$$

Dengan :

h_f = Kehilangan tekanan (m)

L = Panjang pipa (m)

Q = Debit (m³/det)

C = Koefisien Hazen William untuk pipa

D = Diameter pipa (m)

Kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan persamaan (SNI 7509, 2011) :

$$v = 0,849 \cdot C \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54} \dots\dots\dots(10)$$

Dengan :

v = Kecepatan aliran (m/det)

C = Koefisien Hazen William untuk pipa

R = Jari-jari pipa (m)

S = Slope/kemiringan hidrolis (m)

Tabel 1. Kriteria Pipa Distribusi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air jam puncak Q _{peak} = F _{peak} x Q rata-rata
2	Faktor jam puncak	F _{puncak}	1,15 – 3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum Pipa PVC atau ACP Pipa baja atau DCIP	V min V.max V.max	0,3 - 0,6 m/det 3,0 - 4,5 m/det 6,0 m/det
5	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan minimum b) Tekanan maksimum - Pipa PVC atau ACP - Pipa baja atau DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	h min h max h max h max h max	(0,5 - 1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh. 6 - 8 atm 10 atm 12,4 MPa 9,0 MPa

Sumber: PERMEN PU NO. 18/PRT/M/2007.

Program Epanet 2.0

Epanet adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir.

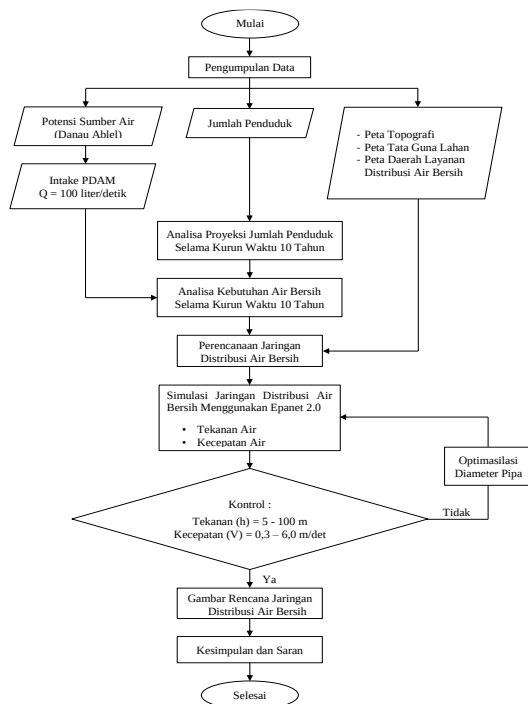
3. METODOLOGI

Data-data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut :

1. Data jumlah penduduk 10 tahun terakhir

2. Debit sumber air yang digunakan dalam perencanaan
3. Peta topografi
4. Peta tata guna lahan

Perencanaan jaringan distribusi air bersih dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih. Jenis pipa yang digunakan yaitu pipa GIP. Adapun langkah-langkah perencanaan sebagaimana tergambar pada bagan alir berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan

4. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Proyeksi Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk Ohoi Kelanit pada tahun 2011 - 2020 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Jumlah Penduduk Ohoi Kelanit Tahun 2011-2020

NO	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2011	875
2	2012	885
3	2013	894
4	2014	902
5	2015	913
6	2016	922
7	2017	938
8	2018	962
9	2019	976
10	2020	982

Sumber: Hasil Interview, 2021.

Berdasarkan data jumlah penduduk Ohoi Kelanit di atas, langkah selanjutnya adalah menentukan metode yang paling sesuai untuk digunakan dalam proyeksi penduduk Ohoi Kelanit. Pendekatan dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu metode Aritmatik, metode Geometrik, dan metode Eksponensial.

Tabel 3. Pertumbuhan Penduduk Ohoi Kelanit

NO	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pertumbuhan Penduduk					
			Metode Aritmatik		Metode Geometrik		Metode Eksponensial	
			r	P	r	P	r	P
a	b	c	d	e	f	g	h	i
0	2011	875		875		875		875
1	2012	885		887		886		886
2	2013	894		899		898		898
3	2014	902		911		909		909
4	2015	913		923		921		921
5	2016	922	1.3587%	934	1.2901%	933	1.2819%	933
6	2017	938		946		945		945
7	2018	962		958		957		957
8	2019	976		970		969		969
9	2020	982		982		982		982

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Keterangan:

[a] = nomor (n)

[b] = tahun proyeksi

[c] = jumlah penduduk (P)

[d] = $r = \frac{1}{[a]} \left(\frac{P_{2020}}{P_{2011}} - 1 \right)$

[e] = $P_{2011} \times (1 + ([d] \times [a]))$

[f] = $r = \left(\frac{P_{2020}}{P_{2011}} \right)^{[a]} - 1$

[g] = $P_{2011} \times (1 + [f])^{[a]}$

[h] = $r = \frac{1}{[a]} \ln \left(\frac{P_{2020}}{P_{2011}} \right)$

[i] = $P_{2011} \times 2,718^{[h] \times [a]}$

Dari hasil perhitungan pertumbuhan penduduk, selanjutnya akan di lakukan uji kesesuaian data dengan menggunakan perhitungan statistik yaitu perhitungan standar deviasi dan koefisien korelasi.

Tabel 4. Uji Kesesuaian Data

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Penduduk Metode		
			Aritmatik	Geometrik	Eksponensial
1	2011	875	875	875	875
2	2012	885	887	886	886
3	2013	894	899	898	898
4	2014	902	911	909	909
5	2015	913	923	921	921
6	2016	922	934	933	933
7	2017	938	946	945	945
8	2018	962	958	957	957
9	2019	976	970	969	969
10	2020	982	982	982	982
Standar Deviasi			35.9953987	35.9946101	35.9946097
Koefisien Korelasi			0.9881664	0.9898527	0.9898527

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Dari hasil perhitungan didapat nilai standar deviasi terkecil dan nilai koefisien korelasi yang mendekati 1 adalah perhitungan dengan *Metode Eksponensial*, jadi untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk selanjutnya akan menggunakan *Metode Eksponensial*.

Berikut adalah perhitungan proyeksi jumlah penduduk *Metode Eksponensial* untuk kala ulang 10 tahun dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pertumbuhan Penduduk	
a	b	c	(%)	(Jiwa)
0	2020	982	1.2819%	-
1	2021	995		13
2	2022	1008		26
3	2023	1020		38
4	2024	1034		52
5	2025	1047		65
6	2026	1061		79
7	2027	1074		92
8	2028	1088		106
9	2029	1102		120
10	2030	1116		134

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Keterangan:

[a] = nomor (n)

[b] = tahun proyeksi

[c] = $P_{2020} \times 2,718^{[d] \times [a]}$

[d] = 1,2819%

[e] = P Proyeksi – P_{2020}

Analisa Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Ohoi Kelanit termasuk dalam kategori V (Desa). Berdasarkan Panduan Pengembangan Air Bersih Cipta Karya tahun 2007, pemakaian air diambil 60 liter/orang/hari. Berikut contoh perhitungan untuk tahun 2030.

1. Prakiraan Air Rata-Rata (Qr)

$$Qr = \frac{\text{jumlah penduduk} \times \text{pemakaian air}}{24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}$$

$$= \frac{1116 \times 60}{86400}$$

$$= 0,775 \text{ liter/detik}$$

2. Kebutuhan Air Harian Max (Qhm)

$$Qhm = 1,15 \times Qr$$

$$= 1,15 \times 0,775$$

$$= 0,891 \text{ liter/detik}$$

3. Kebutuhan Air Jam Max (Qjm)

$$Qjm = 1,7 \times Qr$$

$$= 1,7 \times 0,775$$

$$= 1,516 \text{ liter/detik}$$

4. Kehilangan Air (HI)

$$HI = \frac{20}{60} \times Qjm$$

$$= \frac{20}{60} \times 1,516$$

$$= 0,505 \text{ liter/detik}$$

5. Kebutuhan Air Total

$$Qd = Qjm + HI$$

$$= 1,516 + 0,505$$

$$= 2,021 \text{ liter/detik}$$

Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Prediksi Total Kebutuhan Air Bersih Di Ohoi Kelanit

Tahun	Prediksi Jumlah Penduduk (jiwa)	Prakiraan Air Rata-Rata Qr (liter/detik)	Kebutuhan Air Harian Max Qhm (liter/detik)	Kebutuhan Air Jam Max Qjm (liter/detik)	Kehilangan Air HI (liter/detik)	Kebutuhan Air Total (liter/detik)
a	b	c	d	e	f	g
2020	982	0.682	0.784	1.333	0.444	1.778
2021	995	0.691	0.794	1.350	0.450	1.801
2022	1008	0.700	0.805	1.368	0.456	1.824
2023	1020	0.709	0.815	1.385	0.462	1.847
2024	1034	0.718	0.825	1.403	0.468	1.871
2025	1047	0.727	0.836	1.421	0.474	1.895
2026	1061	0.736	0.847	1.440	0.480	1.920
2027	1074	0.746	0.858	1.458	0.486	1.944
2028	1088	0.756	0.869	1.477	0.492	1.970
2029	1102	0.765	0.880	1.496	0.499	1.995
2030	1116	0.775	0.891	1.516	0.505	2.021

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Keterangan:

[a] = tahun proyeksi

[b] = Tabel 5

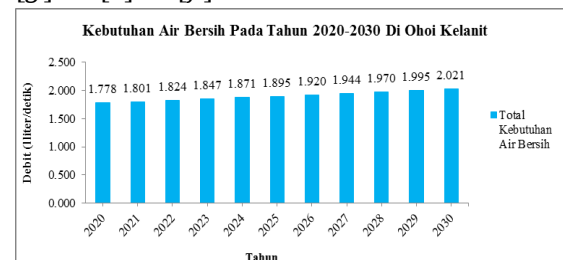
[c] = $Qr = \frac{[b] \times 60}{86400}$

[d] = $Qhm = 1,15 \times [c]$

[e] = $Qjm = 1,7 \times [c]$

[f] = $HI = \frac{20}{60} \times [e]$

[g] = $[e] + [f]$



Gambar 2. Grafik Kebutuhan Air Bersih Pada Tahun 2020–2030

Analisa Kapasitas Reservoir

Kapasitas reservoir direncanakan menggunakan neraca air. Komulatif dari produksi air yang dikurangi komulatif

pemakaian air. Berikut merupakan hasil perhitungan neraca air untuk mengetahui volume reservoir yang dapat dilihat di dalam tabel berikut :

Tabel 7. Pemakaian Air

Jam	Koefisien Fluktuasi	Produksi Air (m ³ /jam)	Pemakaian Air (m ³ /jam)	Kumulatif Produksi (m ³ /jam)	Kumulatif Pemakaian (m ³ /jam)	Deposit Air (m ³ /jam)	Keterangan
a	b	c	d	e	f	g	h
01.00	0.24	7.27	1.73	7.27	1.73	5.55	
02.00	0.24	7.27	1.73	14.55	3.46	11.09	
03.00	0.24	7.27	1.73	21.82	5.19	16.64	
04.00	0.71	7.27	5.19	29.10	10.37	18.73	Spos
05.00	1.19	7.27	8.64	36.37	19.01	17.36	
06.00	1.90	7.27	13.83	43.65	32.84	10.80	
07.00	1.66	7.27	12.10	50.92	44.94	5.98	
08.00	1.19	7.27	8.64	58.20	53.59	4.61	
09.00	0.95	7.27	6.91	65.47	60.50	4.97	
10.00	0.95	7.27	6.91	72.75	67.42	5.33	
11.00	1.19	7.27	8.64	80.02	76.06	3.96	
12.00	1.19	7.27	8.64	87.29	84.70	2.59	
13.00	1.43	7.27	10.37	94.57	95.07	-0.50	
14.00	1.19	7.27	8.64	101.84	103.72	-1.87	
15.00	0.71	7.27	5.19	109.12	108.90	0.22	
16.00	1.43	7.27	10.37	116.39	119.27	-2.88	
17.00	1.66	7.27	12.10	123.67	131.37	-7.71	
18.00	1.90	7.27	13.83	130.94	145.20	-14.26	
19.00	1.43	7.27	10.37	138.22	155.58	-17.36	Sneg
20.00	0.95	7.27	6.91	145.49	162.49	-17.00	
21.00	0.71	7.27	5.19	152.77	167.68	-14.91	
22.00	0.48	7.27	3.46	160.04	171.13	-11.09	
23.00	0.24	7.27	1.73	167.32	172.86	-5.55	
24.00	0.24	7.27	1.73	174.59	174.59	0.00	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Keterangan:

[a] = jam

[b] = koefisien fluktuasi

[c] = 7,27 m³/jam → total kebutuhan air

$$= \left(\frac{2,021 \times 60 \times 60}{1000} \right)$$

[d] = [b] × [c]

[e] = penambahan produksi air dari jam 01.00 – 24.00

[f] = penambahan pemakaian air dari jam 01.00 – 24.00

[g] = [e] – [f]

Dari tabel di atas didapat S_{pos} = 18,73 m³/jam dan S_{neg} = 17,36 m³/jam. Sehingga kapasitas reservoir dalam perencanaan ini dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K_r &= S_{pos} + S_{neg} \\ &= 18,73 + 17,36 \\ &= 36,09 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jadi direncanakan reservoir yang akan dibangun berkapasitas 42 m³ dengan rincian reservoir sebagai berikut :

Panjang = 4 meter

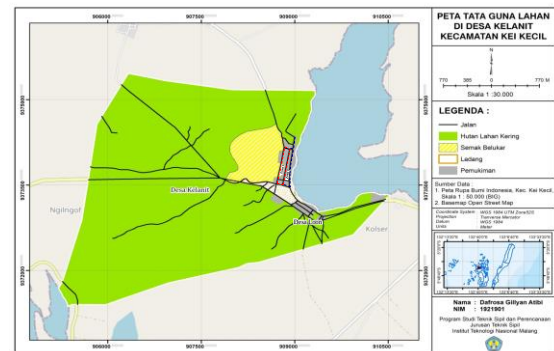
Lebar = 3 meter

Tinggi = 3,5 meter

Dimensi reservoir = 4 m x 3 m x 3,5 m

Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih

Dalam perencanaan jaringan distribusi air bersih ditentukan daerah pelayanan berdasarkan jaringan jalan yang ada di Ohoi Kelanit. Daerah pelayanan yang direncanakan dibagi menjadi 2 zona pelayanan sehingga diperoleh zona daerah pelayanan sebagai berikut :



Gambar 3. Peta Daerah Pelayanan Air Bersih di Ohoi Kelanit

Berdasarkan garis dari pembagian zona pelayanan inilah yang akan digunakan untuk penggambaran jaringan pipa air bersih. Dalam perencanaan jaringan distribusi air bersih digunakan program bantu Epanet 2.0, berikut adalah hasil simulasi program Epanet 2.0.

Tabel 9. Network Table – Nodes

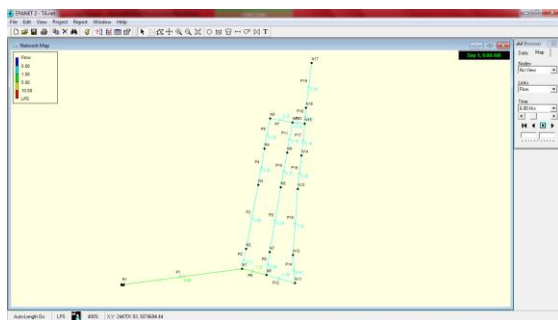
Simbol	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
N1	17	0.11	0.11	39.09	22.09
N2	13	0.17	0.17	38.67	25.67
N3	13	0.18	0.18	35.37	22.37
N4	25	0.1	0.1	33.22	8.22
N5	19	0.01	0.01	32.25	13.25
N6	14	0.05	0.05	37.7	23.7
N7	15	0.32	0.32	36	21
N8	12	0.07	0.07	32.6	20.6
N9	18	0.11	0.11	31.39	13.39
N10	21	0.01	0.01	30.22	9.22
N11	11	0.03	0.03	36.42	25.42
N12	17	0.05	0.05	35.33	18.33
N13	11	0.14	0.14	30.32	19.32
N14	21	0.1	0.1	29.11	8.11
N15	21	0.17	0.17	27.63	6.63
N16	21	0.17	0.17	26.45	5.45
N17	16	0.24	0.24	22.82	6.82
R1	41.5	#N/A	-2.03	41.5	0

Sumber: Hasil Analisa, 2021.

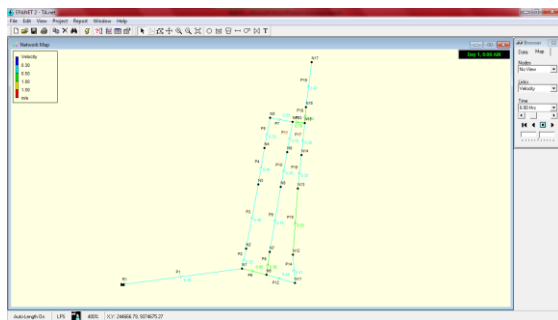
Tabel 10. Network Table – Links

Simbol	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s
P1	474.07	76.2	110	2.03	0.45
P2	79.83	50.8	110	0.71	0.35
P3	255.36	38.1	110	0.54	0.48
P4	145.17	31.75	110	0.36	0.46
P5	118.87	31.75	110	0.26	0.33
P6	98.95	50.8	110	1.21	0.6
P7	90.26	25.4	110	0.25	0.5
P8	90.93	38.1	110	0.66	0.58
P9	256.8	31.75	110	0.34	0.43
P10	139.26	31.75	110	0.27	0.34
P11	119.85	25.4	110	0.16	0.32
P12	116.21	38.1	110	0.5	0.44
P13	48.26	25.4	110	0.4	0.79
P14	110.29	38.1	110	0.47	0.41
P15	258.7	31.75	110	0.42	0.53
P16	132.85	31.75	110	0.28	0.35
P17	124.68	25.4	110	0.18	0.35
P18	63.2	31.75	110	0.41	0.52
P19	176.38	25.4	110	0.24	0.47

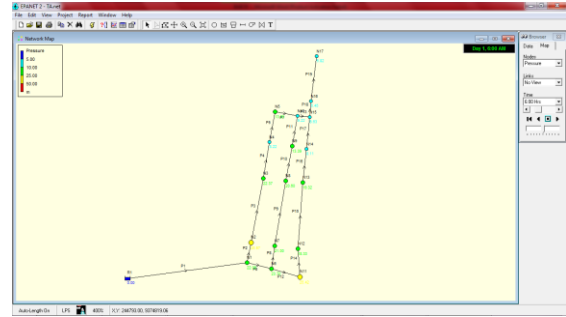
Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.



Gambar 4. Flow Ohoi Kelanit Program Epanet 2.0



Gambar 5. Velocity Ohoi Kelanit Program Epanet 2.0



Gambar 6. Pressure Ohoi Kelanit Program Epanet 2.0

Analisa hidrolika jaringan distribusi air bersih juga dapat dihitung secara manual menggunakan persamaan Hazen-William, berikut hasil analisa yang dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisa Hidrolika Jaringan Distribusi Air Bersih di Ohoi Kelanit

Pipa	Junction		Elevasi Pipa (m)		Beda Elevasi (m)	Panjang Pipa (meter)	Kumulatif Panjang (meter)	Koefisien Kekasaran GIP	Diameter Dalam (mm)	Debit Rencana (liter/menit)	Kehilangan Tekanan (meter)		Sisa Tekanan (m)	Kecepatan Aliran (m/detik)
	Dari	Ke	Awal	Akhir							k	l		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
P1	R1	N1	41.50	17.00	24.50	474.07	474.07	110	0.07620	0.0003	2.41	5.08	22.09	0.45
P2	N1	N2	17.00	13.00	4.00	79.83	553.90	110	0.05080	0.0071	0.42	5.23	25.67	0.35
P3	N2	N3	13.00	0.00	-13.00	255.36	809.26	110	0.03810	0.0054	3.27	12.79	22.41	0.47
P4	N3	N4	13.00	25.00	-12.00	145.17	954.43	110	0.03175	0.00036	2.13	14.67	9.20	0.45
P5	N4	N5	25.00	19.00	6.00	118.87	1073.30	110	0.03175	0.00026	0.95	8.03	13.32	0.33
P6	N1	N6	17.00	14.00	3.00	98.95	1172.25	110	0.05080	0.00121	1.39	14.04	23.70	0.60
P7	N5	N10	19.00	21.00	-2.00	90.26	1262.51	110	0.02540	0.00025	2.00	22.14	21.67	0.49
P8	N6	N7	14.00	15.00	-1.00	90.93	1353.44	110	0.03810	0.00066	1.69	18.55	25.72	0.58
P9	N7	N8	15.00	12.00	3.00	256.80	1610.24	110	0.03175	0.00034	3.39	13.20	7.89	0.43
P10	N8	N9	12.00	18.00	-6.00	139.26	1749.50	110	0.03175	0.00027	1.20	8.61	6.12	0.34
		N10	18.00	21.00	-3.00	119.85	1869.35	110	0.02540	0.00016	1.16	9.69	19.54	0.32
P12	N6	N11	14.00	11.00	3.00	116.21	1986.56	110	0.03810	0.00050	1.29	11.09	23.39	0.44
P13	N10	N15	21.00	21.00	0.00	48.26	2033.82	110	0.02540	0.00040	2.52	52.87	20.83	0.79
P14	N11	N12	11.00	17.00	-6.00	110.29	2144.11	110	0.03810	0.00047	1.09	9.89	13.74	0.41
P15	N12	N13	17.00	11.00	6.00	258.70	2402.81	110	0.03175	0.00042	5.05	19.52	24.65	0.53
P16	N13	N14	11.00	21.00	-10.00	132.85	2535.66	110	0.03175	0.00038	1.22	9.21	8.32	0.35
P17	N14	N15	21.00	21.00	0.00	124.68	2660.34	110	0.02540	0.00018	1.50	12.05	21.88	0.36
P18	N15	N16	21.00	21.00	0.00	63.20	2723.54	110	0.03175	0.00041	1.19	18.67	13.65	0.52
P19	N16	N17	21.00	16.00	5.00	176.38	2899.92	110	0.02540	0.00024	3.62	20.53	15.12	0.47

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Keterangan:

[a] = pipa

[b] = junction awal

[c] = junction akhir

[d] = elevasi awal

[e] = elevasi akhir

[f] = [d] – [e]

[g] = panjang pipa

[h] = kumulatif panjang

[i] = koefisien kekasaran pipa GIP

[j] = diameter pipa rencana (diameter dalam)

[k] = debit rencana

$$[l] = \frac{10,675 \times [g] \times [k]^{1,852}}{[i]^{1,852} \times [j]^{4,87}}$$

$$[m] = \frac{[l]}{([g]/1000)}$$

$$[n] = [f] - [l]$$

$$[o] = \frac{[k]}{\left(\frac{1}{4} \times \pi \times [j]\right)}$$

Selanjutnya akan dilakukan perbandingan Metode Hazen William dan Program EPANET 2.0. Perbandingan ini dimaksudkan untuk melihat perbedaan perhitungan manual dan hasil perhitungan dari program Epanet 2.0.

Tabel 12. Perbandingan Perhitungan Manual dan Program Epanet 2.0 untuk Kehilangan Tekanan dan Kecepatan Aliran

No	Kehilangan Tekanan			Kecepatan Aliran		
	Perhitungan Manual (meter)	EPANET V 2.0 (meter)	Perbedaan	Perhitungan Manual (meter/detik)	EPANET V 2.0 (meter/detik)	Perbedaan
1	2.41	2.41	0.00	0.45	0.45	0.00
2	0.42	0.42	0.00	0.35	0.35	0.00
3	3.27	3.29	0.03	0.47	0.48	0.01
4	2.13	2.15	0.02	0.45	0.46	0.01
5	0.95	0.97	0.01	0.33	0.33	0.00
6	1.39	1.39	0.00	0.60	0.60	0.00
7	2.00	2.03	0.03	0.49	0.50	0.01
8	1.69	1.69	0.01	0.58	0.58	0.00
9	3.39	3.41	0.02	0.43	0.43	0.00
10	1.20	1.21	0.01	0.34	0.34	0.00
11	1.16	1.17	0.01	0.32	0.32	0.00
12	1.29	1.28	0.01	0.44	0.44	0.00
13	2.55	2.58	0.03	0.79	0.79	0.00
14	1.09	1.08	0.01	0.41	0.41	0.00
15	5.05	5.01	0.04	0.53	0.53	0.00
16	1.22	1.21	0.01	0.35	0.35	0.00
17	1.50	1.47	0.03	0.36	0.35	0.01
18	1.18	1.18	0.00	0.52	0.52	0.00
19	3.62	3.63	0.01	0.47	0.47	0.00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Tabel 13. Perbandingan Perhitungan Manual dan Program Epanet 2.0 untuk Kehilangan Tekanan dan Kecepatan Aliran

No	Simbol	Tekanan (Pressure)		Perbedaan
		Per. Manual (meter)	EPANET V 2.0 (meter)	
0	R1	22.09	22.09	0.00
1	N1	25.67	25.67	0.00
2	N2	22.41	22.37	0.04
3	N3	8.28	8.22	0.06
4	N4	13.32	13.25	0.07
5	N5	23.70	23.70	0.00
6	N6	21.01	21.00	0.01
7	N7	20.62	20.60	0.02
8	N8	13.43	13.39	0.04
9	N9	9.29	9.22	0.07
10	N10	25.41	25.42	0.01
11	N11	18.32	18.33	0.01
12	N12	19.27	19.32	0.05
13	N13	8.05	8.11	0.06
14	N14	6.63	6.63	0.00
15	N15	5.37	5.45	0.08
16	N16	6.74	6.82	0.08
17	N17	22.09	22.09	0.00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Dari tabel dapat diambil kesimpulan bahwa hasil perhitungan manual yang dilakukan

sudah mendekati dengan hasil output dari program Epanet 2.0 dan mendapatkan perbedaan nilai perbandingan yang tidak terlalu signifikan.

Untuk perencanaan jaringan distribusi air bersih berdasarkan Kriteria Pipa Distribusi Menurut PERMEN PU NO. 18/PRT/M/2007, dimana yang disyaratkan untuk tekanan minimum 5 – 10 m dan maksimum 100 m. Sedangkan untuk kecepatan aliran yaitu kecepatan aliran dalam pipa minimum 0,3 – 0,6 m/det dan kecepatan maksimum untuk pipa GIP adalah 3,0 – 6,0 m/det.

Berdasarkan hasil analisa jaringan distribusi air bersih menggunakan program bantu Epanet 2.0 didapat hasil yaitu untuk kecepatan aliran terendah ada pada P11 dengan kecepatan alirannya sebesar 0,32 meter/detik, sedangkan untuk kecepatan aliran tertinggi ada pada P13 dengan kecepatan alirannya sebesar 0,79 meter/detik. Dan untuk tekanan dalam pipa terendah ada pada N16 dengan tekanan sebesar 5,45 meter, sedangkan untuk tekanan tertinggi ada pada N11 dengan tekanan sebesar 25,67 meter. Sehingga Kecepatan aliran dan tekanan air dalam pipa sudah memenuhi persyaratan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 14 dan tabel 15.

Tabel 14. Kontrol Kecepatan Aliran

No	Simbol	Kecepatan Aliran (meter/detik)	V = 0,3 – 6,0 m/det OK/Tidak
1	P1	0,45	OK
2	P2	0,35	OK
3	P3	0,48	OK
4	P4	0,46	OK
5	P5	0,33	OK
6	P6	0,60	OK
7	P7	0,50	OK
8	P8	0,58	OK
9	P9	0,43	OK
10	P10	0,34	OK
11	P11	0,32	OK
12	P12	0,44	OK
13	P13	0,79	OK
14	P14	0,41	OK
15	P15	0,53	OK
16	P16	0,35	OK
17	P17	0,35	OK
18	P18	0,52	OK
19	P19	0,47	OK

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Tabel 15. Kontrol Tekanan Dalam Pipa

No	Simbol	Tekanan Dalam Pipa (meter)	h = 5 - 100 m OK/Tidak
1	N1	22,09	OK
2	N2	25,67	OK
3	N3	22,37	OK
4	N4	8,22	OK
5	N5	13,25	OK
6	N6	23,70	OK
7	N7	21,00	OK
8	N8	20,60	OK
9	N9	13,39	OK
10	N10	9,22	OK
11	N11	25,42	OK
12	N12	18,33	OK
13	N13	19,32	OK
14	N14	8,11	OK
15	N15	6,63	OK
16	N16	5,45	OK
17	N17	6,82	OK

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan kondisi eksisting bahwa di Ohoi Kelanit memiliki IPA dengan kapasitas 100 liter/detik, dimana IPA tersebut dimiliki oleh PDAM Maluku Tenggara. Dengan adanya perencanaan jaringan distribusi air bersih di Ohoi Kelanit maka suplay akan diperoleh dari IPA dengan kapasitas 100 liter/detik. Dari hasil analisa kebutuhan air bersih yang direncanakan adalah :

1. Kebutuhan air bersih di Ohoi Kelanit selama kurun waktu 10 tahun adalah 19,087 liter/detik dengan kapasitas reservoir sebesar 42 m³.
2. Jaringan distribusi air bersih ditentukan berdasarkan zona daerah pelayanan, dimana dalam perencanaan ini dibagi menjadi 2 zona daerah pelayanan. Hasil perencanaan jaringan distribusi air bersih di Ohoi Kelanit berdasarkan zona daerah pelayanan dengan menggunakan program bantu Epanet 2.0 adalah sebagai berikut :
 - a. Sistem distribusi dialirkan dengan sistem gravitasi dari reservoir menuju daerah layanan.
 - b. Pipa yang di gunakan dalam perencanaan adalah pipa GIP dengan dimensi pipa yaitu diameter 3" (P =

474.07 m), diameter 2" (P = 178.78 m), diameter 1 ½" (P = 572.79 m), diameter 1 ¼" (P = 1114.85 m), diameter 1" (P = 559.43 m).

- c. Kecepatan aliran dan tekanan air dalam pipa sudah memenuhi persyaratan, dimana untuk kecepatan aliran terendah ada pada P11 dengan kecepatan alirannya sebesar 0,32 meter/detik, sedangkan untuk kecepatan aliran tertinggi ada pada P13 dengan kecepatan alirannya sebesar 0,79 meter/detik. Dan untuk tekanan dalam pipa terendah ada pada N16 dengan tekanan sebesar 5,45 meter, sedangkan untuk tekanan tertinggi ada pada N11 dengan tekanan sebesar 25,67 meter.

Saran

1. Dalam perencanaan jaringan distribusi air bersih ini diharapkan agar dapat dilakukan peninjauan terhadap aspek sosial dan dampak terhadap lingkungan.
2. PDAM Kabupaten Maluku Tenggara disarankan untuk segera mengembangkan jaringan air bersih untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat mengingat Kabupaten Maluku Tenggara sedang berkembang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2007). *Panduan Pengembangan Air Minum*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Anonim. (2010). *Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Anonim. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Anonim. (2013). *SNI 0039:2013 Pipa Baja Saluran Air Dengan Atau Tanpa Lapisan Seng*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. (2011). *SNI 7509:2011 Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi*

- dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Maryono, A., W Muth, dan Norbert Eisenhower. (2003). *Hidrolika Terapan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Natara, Habel Robinson. (2018). *Perencanaan Distribusi Air Bersih Kecamatan Loura Kabupaten Sumba Barat Daya NTT*. Skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Rossman, Lewis A. (2000). *Epanet 2 Users Manual*. Terjemahan oleh Ekamitra Engineering. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- Sepmita, S. (2017). Tinjauan Umum Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih. <http://eprints.umm.ac.id/35106/3/jiptummp-p-gdl-sugiartase-48290-3-babiil-i.pdf>. Diakses 9 Januari 2021.
- Triatmadja, R. (2018). *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Triatmodjo, B. (1993). *Hidrolika I*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (1993). *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.