

Evaluasi Tingkat Pelayanan Reservoir PDAM Kabupaten Pulau Morotai Area Layanan Kecamatan Morotai Selatan

Iradat Alam¹, Diana Noorvy², Ikrar Hanggara²

¹Program Studi Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tungga Dewi Malang

Email : iradat_alam89@yahoo.com

ABSTRACT

Clean water management in South Morotai District is managed by the Morotai Island District PDAM. The volume of the reservoir in the service area of South Morotai District is 450 m³ with a capacity of 25 liters/second sourced from the mangere spring. This study aims to determine the current reservoir capacity whether it is still able to meet the increasing demand for clean water throughout the year based on the projected population from 2017-2027. The population of the South Morotai District Service area in 2017 is 9.336 people. The projection of the population until 2027 is 19.371 people. Reviewed from the large production capacity of PDAM, the service area of South Morotai District has been able to meet the total customer needs of 8.018 liters / second in 2017 and 16.697 liters / second in 2027. Reservoir has not been able to serve customers' needs 24 hours a day, because water cannot be flowed continuously. This is because the reservoir volume is much smaller than the total needs of 735 m³ customers in 2017 and 1.443 m³ in 2027. For this reason, there must be a development of an increase in reservoir volume of 1.600 m³ in order to fulfill all customer requirements that are adjusted to the management criteria for clean water from Ditjen Cipta Karya PU 1996.

Keywords: PDAM Morotai Regency, Reservoir, South Morotai District

PENDAHULUAN

Kecamatan Morotai Selatan merupakan salah satu kecamatan yang di layani oleh PDAM Kabupaten Pulau Morotai. Sampai saat ini PDAM Kabupaten Morotai baru mampu melayani 5 desa dari 25 desa yang ada di area layanan Kecamatan Morotai Selatan yaitu, Desa Darame, Desa Gotolamo, Desa Yayasan, Desa Daruba, dan Desa Wawama.

Daerah layanan Kecamatan Morotai Selatan memiliki 1 *reservoir* yang dibangun pada tahun 2008 dan bertempat di Desa Darame. Dengan volume 450 m³ dan kapasitas produksi 25 liter/detik. Sistem pengaliran yang digunakan adalah sistem gravitasi (PDAM Kabupaten Morotai

2017). Sampai saat ini volume *reservoir* belum mampu mencukupi, kebutuhan air selama 24 jam, dari hasil survei sementara air yang didistribusikan PDAM 3-4 jam dalam sehari. Untuk itu perlu adanya evaluasi tingkat pelayanan *reservoir* sehingga memenuhi kebutuhan air bersih yang disesuaikan pada kriteria perencanaan sistem distribusi air bersih (Ditjen Cipta Karaya, PU 1996).

METODOLOGI PENELITIAN

Proyeksi Jumlah Penduduk

Berdasarkan data yang diperoleh jumlah penduduk pada tahun 2017 adalah 9.336 jiwa [1] selanjutnya akan dihitung proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan 2027.

Menggunakan 3 metode sebagai berikut [2]:

- Metode Geometrik

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

n = Jumlah tahun proyeksi

r = Angka pertumbuhan penduduk

- Metode Aritmatik

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

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

n = Jumlah tahun proyeksi

r = Angka pertumbuhan penduduk

- Metode Eksponensial

$$P_n = P_0 e^{rn}$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

n = Jumlah tahun proyeksi

r = Angka pertumbuhan penduduk

e = Bilangan logaritma (2,71828)

Uji Kesesuaian Metode Proyeksi Jumlah Penduduk

Rumus untuk menentukan besarnya koefisien korelasi adalah sebagai berikut [3]:

$$r = \frac{n(\sum XY - (\sum X)(\sum Y))}{\{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)\{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}$$

Dimana:

r = koefisien korelasi

n = jumlah data

X = jumlah penduduk setiap tahun dari tahun dasar

Y = jumlah penduduk tiap tahun hasil Proyeksi

Analisis Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air didasarkan pada pedoman/petunjuk teknik dan manual Air Minum Perkotaan yang di

keluarkan oleh Dirjen Cipta Karya Tahun 1996 [4].

Tabel 1. Kriteria Perencanaan Air Bersih SNI 1996

URAIAN	Jumlah Penduduk <20.000 Desa
Konsumsi SR (ltr/org/hari)	60 - 80
Konsumsi HU (ltr/org/hari)	20 - 40
Kehilangan Air (%)	20 - 30
Faktor harian maksimum (FHM)	1.15 - 1.25 *harian
Faktor Jam Puncak (FJP)	1.75 - 20 *harian
Jumlah Jiwa per SR (Jiwa)	5
Jumlah jiwa per HU (Jiwa)	200
Volume Reservoir (%MAX Day Demand)	10 - 25
SR : HU	70 : 30
Cakupan pelayanan (%)	70

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Karya Dinas PU, 1996

a) Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan domestik (Q_d) terdiri dari Sambungan Rumah (SR) dan Hidran Umum (HU), dengan rumus:

$$Q_d = Mn \times S$$

Dimana:

Mn = Jumlah penduduk

S = Standar kebutuhan air/orang/hari

Ket = Untuk SR diasumsikan 5 orang untuk kategori desa.

b) Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan non domestik (Q_{nd}),

dengan rumus : $Q_{nd} = 15\% \times Q_d$

c) Total Kebutuhan air

Kebutuhan total air (Q), dengan rumus:

$$Q = Q_d + Q_{nd}$$

d) Kehilangan Air

Kehilangan (Q_{keh}), dengan rumus:

$$Q_{keh} = 27\% \times Q$$

Fluktuasi Kebutuhan Air

Pada umumnya, masyarakat Indonesia melakukan aktifitas penggunaan air pada pagi dan sore hari

dengan konsumsi lebih banyak, dan di malam hari aktifitas penggunaan air relative kecil dengan konsumsi sedikit [5]. Berikut ini merupakan penentuan kebutuhan air:

1. Kebutuhan air rata – rata

$$Q_{rata-rata} = Q + Q_{keh}$$

2. Kebutuhan air hari maksimum (FHM)

$$Q_{fhm} = 1,15 \times Q_{rata - rata}$$

3. Kebutuhan air jam puncak (FJP)

$$Q_{fjp} = 1,75 \times Q_{rata - rata}$$

Analisa Volume Reservoir

Untuk menghitung kapasitas reservoir, terlebih dahulu diketahui debit kebutuhan air rata-rata (Q), selanjutnya menghitung flutuasi pemakaian air per jam untuk menentukan nilai surplus dan defisit. Dengan demikian diperoleh kapasitas reservoir adalah sebagai berikut [6]:

$$V = Z\% \times Q \times 86400$$

Dimana:

$$V = \text{Volume Reservoir (m}^3\text{)}$$

$$Z = \frac{\text{surplus} + \text{defisit}}{2}$$

$$Q = \text{Kebutuhan air rata-rata (m}^3\text{/det)}$$

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Jumlah Penduduk Area Layanan Kecamatan Morotai Selatan.

Perhitungan proyeksi pada tahun 2027 menggunakan 3 metode, yaitu metode geometrik, metode aritmatik, dan metode eksponensial. Hasil dari perhitungan ketiga metode dapat dilihat pada tabel 2:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk:

No	Tahun	Geometrik (jiwa)	Aritmatik (jiwa)	Ekponensial (jiwa)
1	2027	18887	18887	19372
Koefisien Korelasi (r)		0,996	0,996	0,999

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan tabel 2, dapat disimpulkan metode eksponensial yang memiliki koefisien korelasi mendekati 1, sehingga dalam menghitung proyeksi penduduk digunakan metode eksponensial.

Analisa Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Untuk analisis kebutuhan air domestik mengacu pada standar kriteria perencanaan Ditjen Karya Dinas PU 1996 pada tabel 1. Hasil perhitungan kebutuhan air domestik untuk sambungan rumah dan hidran umum area layanan dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Proyeksi Kebutuhan Air Sambungan Rumah Tahun 2027

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah SR (unit)	Tingkat Pelayann (%)	Jmlh Pend. Dilayani (jiwa)	Konsumsi air rata2 (ltr/jiwa)	Jumlah Pemakaian (ltr/hari)	Jumlah keb. air (liter/detik)
[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]
2027	19372	3874	70	13560	60	813624	9.416

Sumber : Hasil perhitungan

Keterangan: [a] = Tahun proyeksi (tahun rencana, [b] = Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk (tabel 2), [c] = jumlah unit SR, [d] = kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU (tabel 1), [e] = [b] x [d], [f] = kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU (tabel 1), [g] = [e] x [f], [h] = [g] / (24 x 60x 60)

Tabel 4. Proyeksi Kebutuhan Air Hidran Umum Tahun 2027

Tahun	Jumlah (jiwa)	Tingkat pelayanan (%)	Jumlah Penduduk Dilayani (jiwa)	Konsumsi air rata2 (ltr/jiwa)	Jumlah pemakaian (ltr/hari)	Jumlah kbuthan air (liter/detik)
[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]
2027	19372	30	5812	30	174348	2.017

Sumber : Hasil perhitungan

Keterangan: [a] = Tahun proyeksi (tahun rencana), [b] = Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk (tabel 2), [c] = kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU (tabel 1), [d] = [b] x [c], [e] = kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU (tabel 1), [f] = [d] x [e], [g] = [f] / (24 x 60x 60)

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Dalam analisis kebutuhan air domestik, diambil 15% dari kebutuhan air

domestik. Hasil dari perhitungan kebutuhan air non domestik, analisis kehilangan air, dan analisis kebutuhan air total dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Total Kebutuhan Air Tahun 2027

Tahun	Jumlah Keb. Air Domestik (ltr/det)	Presentase 15%	Jumlah Keb. Air Non Domestik (ltr/det)	Total Keb. Air (ltr/det)	Kehilang Air 27%	Debit Total Kebutuhan Air (ltr/det)
[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]
2027	11.433	0.15	1.714	13.147	3.549	16.697

Sumber : Hasil perhitungan

Keterangan: [a] = Tahun proyeksi (tahun rencana), [b] = Kebutuhan Domestik (Qd) = Sambungan Rumah (SR) + Hidran Umum (HU), [c] = Presentase 15% untuk Kebutuhan Non Domestik (Qnd), [d] = [b] x [c], [e] = [b] + [d], [f] = Kehilangan air (Qkeh) = (27%) x [e], [g] = Q = [e] + [f]

Fluktuasi Kebutuhan Air

a. Kebutuhan air harian Maksimum (Qmaks) tahun 2027

$$Q_{maks} = 1,15 \times 16,697 \\ = 19,201 \text{ liter/detik}$$

b. Kebutuhan air jam puncak (Qjp) tahun 2027

$$Q_{jp} = 1,75 \times 16,697 \\ = 29,219 \text{ liter/detik}$$

Analisa Volume Reservoir

Kapasitas reservoir dapat di tentukan bila diketahui fluktuasi pemakaian air harian di area layanan tersebut. Hasil pehitungan fluktuasi pemakaian air per jam area layanan Kecamatan Morotai Selatan tahun 2027 dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Fluktuasi pemakaian air tahun 2027

periode (jam)	Koefisien fluktuasi	keb. Air bersih (ltr/det)	suplay air (ltr/det)	selisih antara suplai dan keb air (ltr/det)	surplus (+)	defisit (-)
[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]
00.00-01.00	0,3	5,009	25	19,991	19,991	
01.00-02.00	0,37	6,177	25	18,822	18,822	
02.00-03.00	0,45	7,513	25	17,486	17,486	

03.00-04.00	0,64	10,687	25	14,313	14,314	
04.00-05.00	1,15	19,202	25	5,798	5,798	
05.00-06.00	1,4	23,382	25	1,624	1,624	
06.00-07.00	1,73	28,886	25	-3,885		3,885
07.00-08.00	1,75	29,219	25	-4,219		4,219
08.00-09.00	1,41	23,543	25	1,457	1,457	
09.00-10.00	1,38	23,042	25	1,958	1,958	
10.00-11.00	1,27	21,206	25	3,794	3,794	
11.00-12.00	1,2	20,036	25	4,963	4,963	
12.00-13.00	1,14	19,035	25	5,965	5,965	
13.00-14.00	1,17	19,536	25	5,464	5,464	
14.00-15.00	1,18	19,703	25	5,297	5,297	
15.00-16.00	1,22	20,371	25	4,629	4,629	
16.00-17.00	1,31	21,873	25	3,126	3,126	
17.00-18.00	1,38	23,042	25	1,958	1,958	
18.00-19.00	1,25	20,871	25	4,128	4,128	
19.00-20.00	0,98	16,363	25	8,636	8,636	
20.00-21.00	0,62	10,352	25	14,647	14,647	
21.00-22.00	0,45	7,513	25	17,486	17,486	
22.00-23.00	0,37	6,178	25	18,822	18,822	
23.00-24.00	0,25	4,174	25	20,825	20,825	
Jumlah		406,906	600	193,094	201,199	8,105

Sumber : Hasil perhitungan

Keterangan: [a] = Periode Jam, [b] = Tabel 2. Faktor pengali (load factor), [c] = Debit Kebutuhan Air bersih (Q) * [b], [d] = Suplay Air, [e] = [d] - [c], [f] = Hasil selisih [e] jika positif (+), [g] = Hasil selisih [e] jika negative (-)

Sehingga, diperoleh nilai (Z) menggunakan persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$Z = \frac{201,199 + 8,105}{2}$$

$$= 104,652 \text{ liter/detik}$$

dengan debit rata – rata (Q) tahun 2027

$$= 16,697 \text{ liter/det}$$

maka, diperoleh volume reservoir sebagai berikut:

$$V = 1,046 \% \times 0,016 \text{ m}^3/\text{de} \times 86400 \\ = 1.500 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Untuk mengantisipasi adanya keperluan mendadak maka volume reservoir ditambah 10% dari volume reservoir.

$$V = (10 \% + 1.500 \text{ m}^3) + 1.500 \text{ m}^3 \\ = 1.600 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Untuk mencari dimensi reservoir, diasumsikan reservoir memiliki kedalaman 8 meter dengan perbandingan panjang dan lebar adalah 2:1, sehingga didapat dimensi reservoir sebagai berikut:

$$\text{Volume reservoir} = P \times L \times T$$

$$1.600 \text{ m}^3/\text{hari} = P \times L \times 8 \text{ m}$$

$$P \times L \frac{1.600}{8}; \quad P = 2L \quad (P:L$$

$$= 2:1)$$

$$2L \times L = 200$$

$$L^2 = \frac{200}{2}$$

$$L^2 = 100$$

$$L = \sqrt{100} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Panjang (P)} = 2L$$

$$= 2(10) = 20 \text{ m}$$

Jadi dimensi reservoir adalah:

Panjang (P) = 20 m

Lebar (L) = 10 m

Tinggi (kedalaman) (T) = 8 m

KESIMPULAN

Dari hasil analisa kebutuhan air bersih di area pelayanan kecamatan morotai selatan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan perhitungan proyeksi penduduk, di peroleh total pertambahan penduduk sampai tahun 2027 sebesar 19372 (jiwa).
2. Total kebutuhan air di area pelayanan kecamatan morotai selatan sampai tahun 2027 sebesar 16.697 liter/detik
3. Berdasarkan hasil evaluasi ditinjau dari kapasitas produksi air 25 liter/detik PDAM area pelayan Kecamatan Morotai Seltan sudah mampu memenuhi total kebutuhan air di tahun 2017 sebesar 8.018 liter/detik,
4. Berdasarkan hasil evaluasi reservoir pada kondisi eksisting, volume reservoir sebesar 450 m^3 dengan total kebutuhan air bersih sebesar 735 m^3 di tahun 2017. Reservoir belum mampu mencukupi kebutuhan air selama 24 jam.
5. Dari hasil analisis proyeksi total kebutuhan air di tahun 2027 sebesar 1.443 m^3 , maka volume reservoir yang di rencanakan adalah 1.600 m^3 dengan panjang (p) = 20 m, lebar (L) = 10 m, dan tinggi (T) = 8 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PDAM Kabupaten Morotai Selatan, 2017, Data PDAM Area Pelayanan Kecamatan Morotai Selatan 2017
- [2] Muliakusuma, Sutarsih. 2000. *Dasar-Dasar Demografi, Edisi 2000*. Lembaga Penerbit FE UI. Jakarta
- [3] Ardiansyah, 2012, Analisis Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih Pada PDAM di Kota Ternate, Universitas Brawijaya.
- [4] Dinas Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996, Kriteria Perencanaan Kebutuhan Air Bersih, Jakarta.
- [5] Mangkoedihadjo, Sarwako. 1985. *Penyediaan Air Bersih I: Dasar-dasar Perencanaan Dan Evaluasi Kebutuhan Air, Teknik Penyehatan*. FTSP-ITS Surabaya.
- [6] Marianto, Harry. 2013, *Perencanaan Teknis Pembangunan Jaringan Distribusi Air Bersih di daerah Perangat Selatan Kec. Marangkayu Kab. Kutai Kartanegara*, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.