



Perancangan Sistem Penyediaan Air Minum Di Kelurahan Kalaodi Kota Tidore Kepulauan

Nur Ramadini^{#a}, Cindy J. Supit^{#b}, Isri R. Mangangka^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^anurramadhinisuparto@gmail.com, ^bcindyjeanesupit@unsrat.ac.id, ^cisri.mangangka@unsrat.ac.id

Abstrak

Kelurahan kalaodi adalah suatu daerah yang berada pada ketinggian ± 900 mdpl di Kota Tidore Kepulauan, Provinsi Maluku Utara. Saat ini sistem jaringan air minum oleh PDAM belum ada di Kelurahan Kalaodi terletak di daerah dataran tinggi yang secara teknisnya sulit untuk dilayani dari sumber air yang ada. Sehingga perlu direncanakan sistem jaringan air minum agar pendistribusian air minum di kelurahan kalaodi tersebut dapat tersedia. Analisis kebutuhan air minum penduduk kelurahan Kalaodi pada tahun 2038 mencapai 24,926 liter/orang/hari. Dengan kebutuhan jam puncak sebesar 0,2676 liter/detik (43,624 liter/orang/hari) pada tahun 2038. Sistem distribusi yang dipakai untuk pengembangan sistem pelayanan air minum di kelurahan Kalaodi yaitu dengan cara gabungan (pompa dan gravitasi). Kapasitas reservoir = 3,302 m³ dengan dimensi reservoir (2,5 m x 1,5 m x 2 m). Jumlah hidran umum ada 3 buah, kapasitas tiap hidran umum 2 m³ dengan kebutuhan air tiap hidran 0,892 liter/detik. Analisis sistem jaringan air minum di kelurahan Kalaodi menggunakan program Epanet 2.0.

Kata kunci: ketersediaan air, kebutuhan air, Kelurahan Kalaodi

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan dasar makhluk hidup, terutama bagi manusia. Penyediaan air bersih di Indonesia merupakan isu yang penting karena merupakan kebutuhan dasar bagi seluruh penduduk di Indonesia. Saat ini masih banyak masyarakat yang masih belum mendapatkan akses terhadap air bersih.

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi menyebabkan kebutuhan akan air semakin meningkat. Sehingga dalam proses pemenuhan kebutuhan air minum dapat terpenuhi dan dilakukan dengan baik.

Kelurahan kalaodi adalah suatu daerah yang berada pada ketinggian ± 900 mdpl di Kota Tidore Kepulauan, Provinsi Maluku Utara, lebih tepatnya di Kecamatan Tidore Timur. Perbandingan jumlah penduduk di kelurahan Kalaodi selama 10 tahun terakhir yaitu pada tahun 2015 adalah 500 jiwa, sedangkan pada tahun 2023 meningkat menjadi 521 jiwa. Saat ini sistem jaringan air minum oleh PDAM belum ada di Kelurahan Kalaodi karena terletak di daerah dataran tinggi yang secara teknisnya sulit untuk dilayani dari sumber air yang ada. Sehingga perlu direncanakan sistem jaringan air bersih/minum agar pendistribusian air bersih di kelurahan kalaodi tersebut dapat tersedia.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana sistem penyediaan air minum yang dapat memenuhi kebutuhan air minum di Kelurahan Kalaodi?

1.3 Batasan Masalah

- Sumber air bersih yang ditinjau dari berasal dari sumur.
- Daerah pelayanan yang ditinjau adalah kelurahan Kalaodi.
- Analisis kebutuhan air bersih/minum sesuai dengan standar yang ada (Ketentuan berdasarkan Dirjen Cipta Karya).
- Analisis kebutuhan air bersih untuk kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik.
- Sistem pelayanan air bersih hanya sebatas Hidran Umum.
- Analisis perencanaan sistem perpipaan menggunakan program Epanet 2.0.

1.4 Tujuan Penelitian

- Menganalisis kebutuhan air bersih di kelurahan Kalaodi sampai tahun 2038
- Merancang Sistem Penyediaan Air Minum di kelurahan Kalaodi

1.5 Manfaat Penelitian

- Sebagai masukan dan diharapkan menjadi bahan pertimbangan bagi instansi terkait mengenai pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum di Kota Tidore Kepulauan khususnya di Kelurahan Kalaodi.
- Sebagai pemenuhan tugas akhir dan sebagai sarana menerapkan pengetahuan terkait perencanaan SPAM pada kehidupan nyata.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Kalaodi Kecamatan Tidore Timur Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Alur Penelitian

Kegiatan Penelitian dilakukan menurut alur dapat dilihat pada Gambar 2.

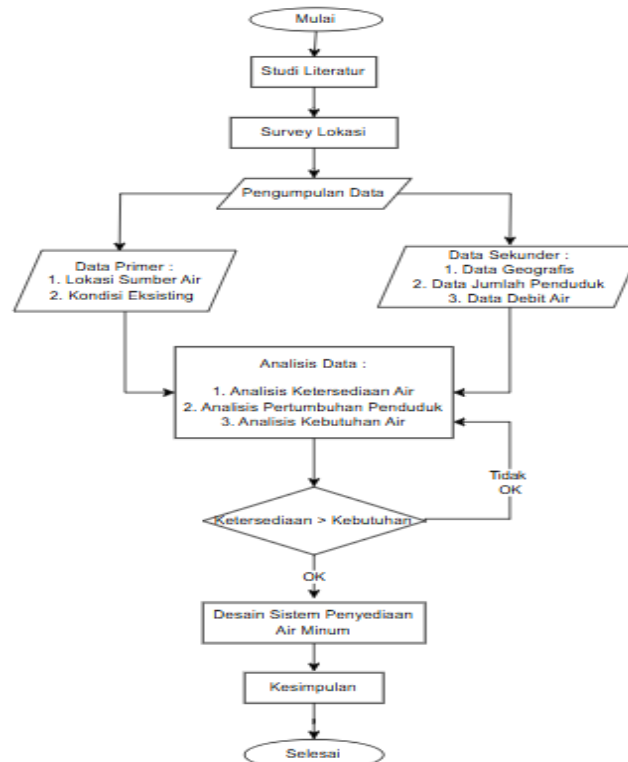
2.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data primer berupa observasi lokasi sumber dan kondisi eksisting lokasi penelitian dan data sekunder berupa data geografis, data jumlah penduduk dan data debit air.

2.4 Metode Analisis Data

2.4.1 Analisis Ketersediaan Air

Data debit air dibutuhkan untuk menghitung ketersediaan air minum dari sumber yang digunakan dan diasumsikan bahwa setiap tahunnya ketersediaan air akan berkurang sebesar 1%.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.4.2 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Proyeksi pertumbuhan penduduk digunakan dengan menggunakan data minimal 10 tahun sebelumnya.

2.4.3 Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air mengacu pada jumlah air yang diperlukan oleh individu, kelompok atau masyarakat untuk memenuhi berbagai keperluan hidup sehari-hari.

2.4.4 Desain Jaringan Perpipaan

Desain jaringan perpipaan dengan menggunakan *software* Epanet 2.0

2.4.5 Analisis Kapasitas Reservoir

Analisis kapasitas reservoir dilakukan untuk mengetahui apakah volume dari reservoir mampu menampung total dari kebutuhan air minum di kelurahan Kalaodi selama 15 tahun kedepan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Ketersediaan Air

Sumber Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumur milik PDAM yang ada di daerah rendah yaitu sumur Cobodoe. Berdasarkan data dari PDAM Kota Tidore, sumur Cobodoe memiliki debit 8 liter/detik, namun sudah digunakan untuk daerah layanan kelurahan Cobodoe sebesar 4,7 liter/detik. Maka debit yang dapat digunakan pada penelitian ini adalah debit sisa sebesar 3,3 liter/detik.

Tabel 1. Ketersediaan Air

Tahun	Debit (liter/detik)	Ketersediaan Air (liter/detik)
2024	3,3	3,3
2025	3,3	3,27
2026	3,27	3,23
2027	3,23	3,20
2028	3,20	3,17
2029	3,17	3,14
2030	3,14	3,11
2031	3,11	3,08
2032	3,08	3,05
2033	3,05	3,01
2034	3,01	2,98
2035	2,98	2,95
2036	2,95	2,93
2037	2,93	2,90
2038	2,90	2,87

3.2 Analisis Pertumbuhan Penduduk

Dalam perencanaan analisa kebutuhan air diperlukan adanya analisa proyeksi jumlah penduduk karena kebutuhan air domestik di masa datang dihitung berdasarkan jumlah penduduk. Sistem jaringan air minum yang akan dibangun dalam perancangan ini diperkirakan memiliki umur pemakaian selama 15 tahun.

Tabel 2 Jumlah Penduduk Kelurahan Kalaodi 2014-2023

Tahun	Jumlah Penduduk
2014	500
2015	501
2016	502
2017	503
2018	504
2019	505
2020	507
2021	508
2022	510
2023	521

Sumber: Kantor Kelurahan Kalaodi

Untuk memperkirakan kebutuhan air bersih dalam lima hingga dua puluh tahun mendatang, akan dilakukan perhitungan proyeksi penduduk. Analisa proyeksi perkembangan jumlah penduduk dibuat berdasarkan pola kecenderungan perkembangan penduduk sebelumnya. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa pola terbaik pada data pengamatan di wilayah penelitian dilihat dari tiga pola proyeksi penduduk, yaitu aritmetika, geometrik, dan eksponensial. Berikut ini jumlah penduduk kelurahan Kalaodi berdasarkan hasil proyeksi.

Tabel 3. Hasil Proyeksi Penduduk

Aritemtika	Geometrik	Eksponensial
521	521	512
523	523	513
525	525	515
527	527	516
529	530	517
532	532	518
534	534	520
536	536	521
538	538	522
540	541	523
542	543	525
544	545	526
546	547	527
548	550	528
550	552	530

3.3 Analisis Kebutuhan Air

3.3.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik terdiri dari kebutuhan sambungan rumah tangga dan hidran umum. Jumlah kebutuhan air domestik ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Air Domestik

No.	Tahun	Jumlah	Tingkat pelayanan (%)	Jumlah terlayani	Konsumsi air per rata rata (liter/jiwa/hari)	Jumlah pemakaian (liter/hari)	Jumlah kebutuhan air (ltr/dtk)
1	2024	521	30	153,6	60	9216	0,1090
2	2025	523	30	153,9	60	9234	0,1096
3	2026	525	30	154,5	60	9270	0,11
4	2027	527	30	154,8	60	9288	0,1104
5	2028	529	30	155,1	60	9306	0,1110
6	2029	532	30	155,4	60	9324	0,1115
7	2030	534	30	156	60	9360	0,1119
8	2031	536	30	156,3	60	9378	0,1125
9	2032	538	30	156,6	60	9396	0,1129
10	2033	540	30	156,9	60	9414	0,1133
11	2034	542	30	157,5	60	9450	0,1140
12	2035	544	30	157,8	60	9468	0,1144
13	2036	546	30	158,1	60	9486	0,1148
14	2037	548	30	158,4	60	9504	0,1154
15	2038	550	30	159	60	9540	0,1158

3.3.2 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik adalah air bersih yang digunakan untuk fasilitas umum seperti sekolah, kantor, tempat ibadah, rumah sakit dan lain-lain. Jumlah kebutuhan air non-domestik ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Air Non Domestik

No.	Tahun	Jumlah kebutuhan air domestik (liter/detik)	Jumlah kebutuhan air non domestik (liter/detik) 10%	Jumlah keseluruhan (liter/detik)
1	2024	0,1090	0,0109	0,1199
2	2025	0,1096	0,0110	0,1205
3	2026	0,11	0,0110	0,1210
4	2027	0,1104	0,0110	0,1215
5	2028	0,1110	0,0111	0,1221
6	2029	0,1115	0,0111	0,1226
7	2030	0,1119	0,0112	0,1231
8	2031	0,1125	0,0113	0,1238
9	2032	0,1129	0,0113	0,1242
10	2033	0,1133	0,0113	0,1247
11	2034	0,1140	0,0114	0,1254
12	2035	0,1144	0,0114	0,1258
13	2036	0,1148	0,0115	0,1263
14	2037	0,1154	0,0115	0,1270
15	2038	0,1158	0,0116	0,1274

3.4 Kehilangan Air

Jumlah kehilangan air akibat kebocoran diambil sebesar 20% dari total kebutuhan air (domestik dan non-domestik). Tabel 6 berisi kehilangan air akibat kebocoran sampai akhir tahun perencanaan.

Tabel 6. Kehilangan Air

No.	Tahun	Jumlah kebutuhan air domestik (liter/detik)	Jumlah kebutuhan air non domestik (liter/detik) 10%	Kehilangan air akibat kebocoran (liter/detik) 20%
1	2024	0,1090	0,0109	0,0240
2	2025	0,1096	0,0110	0,0241
3	2026	0,11	0,0110	0,0242
4	2027	0,1104	0,0110	0,0243
5	2028	0,1110	0,0111	0,0244
6	2029	0,1115	0,0111	0,0245
7	2030	0,1119	0,0112	0,0246
8	2031	0,1125	0,0113	0,0248
9	2032	0,1129	0,0113	0,0248
10	2033	0,1133	0,0113	0,0249
11	2034	0,1140	0,0114	0,0251
12	2035	0,1144	0,0114	0,0252
13	2036	0,1148	0,0115	0,0253
14	2037	0,1154	0,0115	0,0254
15	2038	0,1158	0,0116	0,0255

3.5 Kebutuhan Air Total

Untuk mengetahui kebutuhan air total adalah dengan cara kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik ditambah dengan kehilangan air.

Tabel 7. Kebutuhan Air Total

No.	Tahun	Jumlah kebutuhan air domestik (liter/detik)	Jumlah kebutuhan air non domestik (liter/detik) 10%	Kehilangan air akibat kebocoran (liter/detik) 20%	Total Kebutuhan Air
1	2024	0,1090	0,0109	0,0240	0,1438
2	2025	0,1096	0,0110	0,0241	0,1446
3	2026	0,11	0,0110	0,0242	0,1452
4	2027	0,1104	0,0110	0,0243	0,1458
5	2028	0,1110	0,0111	0,0244	0,1466
6	2029	0,1115	0,0111	0,0245	0,1471
7	2030	0,1119	0,0112	0,0246	0,1477
8	2031	0,1125	0,0113	0,0248	0,1485
9	2032	0,1129	0,0113	0,0248	0,1491
10	2033	0,1133	0,0113	0,0249	0,1496
11	2034	0,1140	0,0114	0,0251	0,1504
12	2035	0,1144	0,0114	0,0252	0,1510
13	2036	0,1148	0,0115	0,0253	0,1515
14	2037	0,1154	0,0115	0,0254	0,1524
15	2038	0,1158	0,0116	0,0255	0,1529

3.6 Kebutuhan Harian Maksimum dan Kebutuhan Jam Puncak

Kebutuhan Air Harian Maksimum adalah kebutuhan air pada hari tertentu di mana kebutuhan airnya sangat tinggi. Sedangkan kebutuhan Air Jam Puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu di mana kebutuhan airnya sangat tinggi.

Tabel 8. Kebutuhan Air Harian Maksimum dan Jam Puncak

No.	Tahun	Jumlah kebutuhan air domestik (liter/detik)	Jumlah kebutuhan air non domestik (liter/detik) 10%	Jumlah keseluruhan (liter/detik)
1	2024	0,1090	0,0109	0,1199
2	2025	0,1096	0,0110	0,1205
3	2026	0,11	0,0110	0,1210
4	2027	0,1104	0,0110	0,1215
5	2028	0,1110	0,0111	0,1221
6	2029	0,1115	0,0111	0,1226
7	2030	0,1119	0,0112	0,1231
8	2031	0,1125	0,0113	0,1238
9	2032	0,1129	0,0113	0,1242
10	2033	0,1133	0,0113	0,1247
11	2034	0,1140	0,0114	0,1254
12	2035	0,1144	0,0114	0,1258
13	2036	0,1148	0,0115	0,1263
14	2037	0,1154	0,0115	0,1270
15	2038	0,1158	0,0116	0,1274

3.7 Neraca Air

Neraca air diukur untuk mengetahui jumlah penggunaan air dan untuk menghitung proyeksi kebutuhan air di masa mendatang.

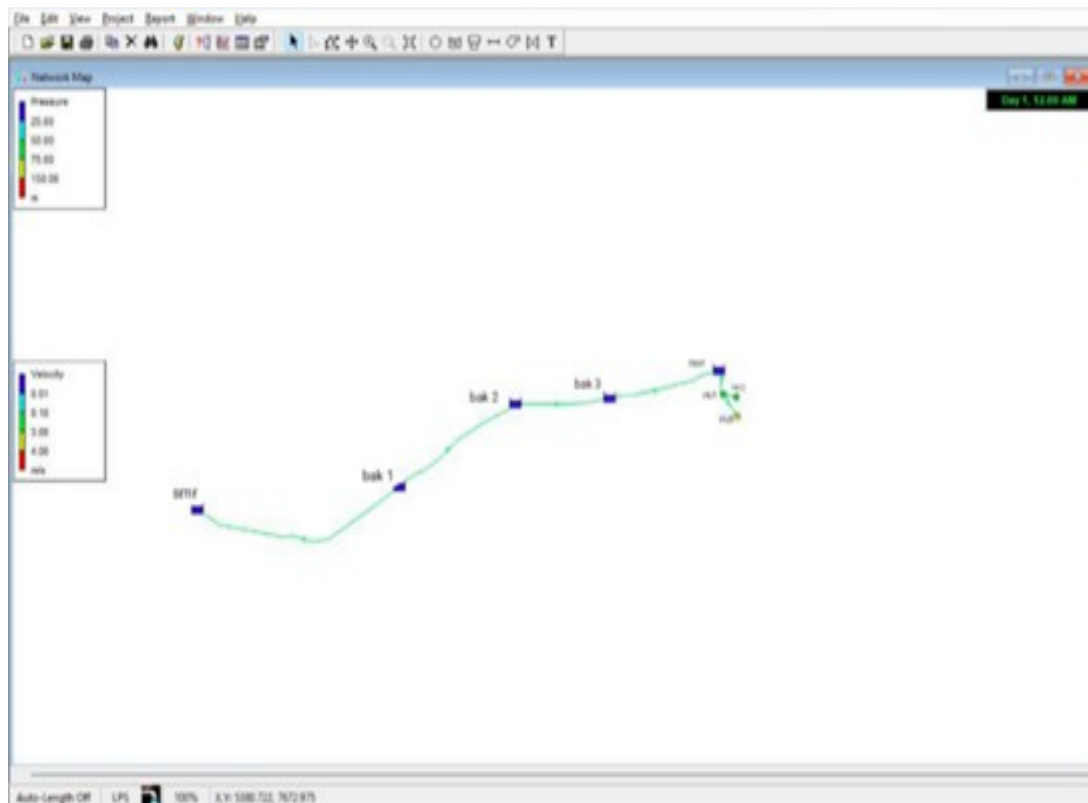
Tabel 9. Neraca Air

Tahun	Ketersediaan Air	Kebutuhan Air	Neraca Air	Keterangan
2024	3,3	0,1438	3,1562	surplus
2025	3,27	0,1446	3,1254	surplus
2026	3,23	0,1452	3,0848	surplus
2027	3,2	0,1458	3,0542	surplus
2028	3,17	0,1466	3,0234	surplus
2029	3,14	0,1471	2,9929	surplus
2030	3,11	0,1477	2,9623	surplus
2031	3,08	0,1485	2,9315	surplus
2032	3,05	0,1491	2,9009	surplus
2033	3,01	0,1496	2,8604	surplus
2034	2,98	0,1504	2,8296	surplus
2035	2,95	0,151	2,799	surplus
2036	2,93	0,1515	2,7785	surplus
2037	2,9	0,1524	2,7476	surplus
2038	2,87	0,1529	2,7171	surplus

3.8 Desain Jaringan Perpipaan

3.8.1 Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi

Perancangan menggunakan *software* program EPANET 2.0 agar mempercepat dan memperkecil kesalahan dalam proses analisis sistem jaringan perpipaan.



Gambar 3. Skema Jaringan Air Minum Kelurahan Kalaodi menggunakan EPANET

Dengan nodes dan links pada Gambar 4.

Network Table - Nodes					
Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc N1	440	0.5	0.50	512.77	72.77
Junc N2	438	0.5	0.50	512.63	74.63
Junc N7	412	0.5	0.50	512.41	100.41
Resvr R1	37	#N/A	13.21	37.00	0.00
Resvr R2	191	#N/A	4.27	191.00	0.00
Resvr R3	346	#N/A	-3.51	346.00	0.00
Resvr R4	412	#N/A	1.68	412.00	0.00
Resvr R5	515	#N/A	-17.14	515.00	0.00

Network Table - Links								
Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Status
Pipe P1	1263	76	130	-13.21	2.91	121.45	0.021	Open
Pipe P2	760	76	130	-17.47	3.85	203.95	0.021	Open
Pipe P3	490	76	130	-13.97	3.08	134.69	0.021	Open
Pipe P4	620	76	130	-15.64	3.45	166.13	0.021	Open
Pipe P7	134	50	130	1.50	0.76	16.61	0.028	Open
Pipe P8	67	50	130	0.50	0.25	2.17	0.033	Open
Pipe P9	166	50	130	0.50	0.25	2.17	0.033	Open

Gambar 4. Nodes dan Links pada EPANET



Gambar 2. Skema Jaringan dengan Menggunakan Google Earth

3.8.2 Pompa

- Pompa 1

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh pipa yang direncanakan memenuhi untuk mengalirkan air sebesar 3,3 liter/detik dengan spesifikasi pompa *grundfoss submersible* sebagai berikut:

- Debit = 3,3 liter/detik
- Head Hisap (*Suction Head*) = 3 m
- Head Tekan (*Discharge Head*) = 165,896 m
- Daya Pompa = 10,428 hp

- Pompa 2

Berdasarkan hasil analisis diatas, diperoleh pipa yang direncanakan memenuhi untuk mengalirkan air sebesar 3,3 liter/detik dengan spesifikasi pompa *grundfoss submersible* sebagai berikut:

- Debit = 3,3 liter/detik
- Head Hisap (*Suction Head*) = 3 m
- Head Tekan (*Discharge Head*) = 162,28 m
- Daya Pompa = 10,20 hp

- Pompa 3

Berdasarkan hasil analisis diatas, diperoleh pipa yang direncanakan memenuhi untuk mengalirkan air sebesar 3,3 liter/detik dengan spesifikasi pompa *grundfoss submersible* sebagai berikut:

Debit	= 3,3 liter/detik
Head Hisap (<i>Suction Head</i>)	= 3 m
Head Tekan (<i>Discharge Head</i>)	= 70,598 m
Daya Pompa	= 4,44 hp

- Pompa 4

Berdasarkan hasil analisis diatas, diperoleh pipa yang direncanakan memenuhi untuk mengalirkan air sebesar 3,3 liter/detik dengan spesifikasi pompa *grundfoss submersible* sebagai berikut:

Debit	= 3,3 liter/detik
Head Hisap (<i>Suction Head</i>)	= 3 m
Head Tekan (<i>Discharge Head</i>)	= 107,817 m
Daya Pompa	= 6,77 hp

3.9 Desain Bak Penampung

Bak Penampung terbuat dari beton bertulang kedap air serta pemasangan batu kali.

Dimensi : Panjang	= 4,5 meter
Lebar	= 4 meter
Tinggi	= 2 meter

$$\text{Volume bak penampung} = 4,5 \times 4 \times 2 = 36 \text{ m}^3 > 32,4 \text{ m}^3 \dots \text{OK!}$$

3.10 Desain Reservoir

Ukuran Reservoir ditetapkan:

Panjang	= 2,5 meter
Lebar	= 1,5 meter
Tinggi Air	= 1,5 meter
Tinggi dinding	= 1,5 + 0,5 = 2 meter
Dimensi reservoir	= 2,5 x 1,5 x (1,5 - 0,25) m
	= 4,687 m ³ > 3,302m ³ ...OK!

3.11 Desain Hidrolis Hidran Umum

Jumlah Hidran umum	= Jumlah penduduk/200
	= 530/200
	= 2,65 unit
	= 3 unit

Kebutuhan air tiap hidran	= kebutuhan air jam puncak / jumlah hidran
	= 0,2676 / 3
	= 0,892 liter/detik/HU

4. Kesimpulan

1. Analisis kebutuhan air bersih penduduk kelurahan Kalaodi pada tahun 2038 mencapai 24,926 liter/orang/hari. Dengan kebutuhan jam puncak sebesar 0,2676 liter/detik (43,624 liter/orang/hari) pada tahun 2038.
2. Sistem distribusi yang dipakai untuk pengembangan sistem pelayanan air minum di kelurahan Kalaodi dengan cara gabungan (pompa dan gravitasi). Kapasitas reservoir = 3,302 m³ dengan dimensi reservoir (2,5 m x 1,5 m x 2 m). Jumlah hidran umum ada 3 buah, kapasitas tiap hidran umum 2 m³ dengan kebutuhan air tiap hidran 0,892 liter/detik.

Referensi

- A., Supit, C. J., & Hendratta, L. A. (2016). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Jurnal Sipil Statik*, 4(11).
- Agus Salim Muhammad. 2019. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih*. Universitas Islam

Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

BSN 2011. SNI 7509 : 2011. *Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*

Bujung, D. P. A., Turangan, A. E., & Sarajar, A. N. (2019). Pengaruh intensitas curah hujan terhadap kuat geser tanah. *TEKNO*, 17(72).

Dasinangon, Y. S., Mangangka, I. R., & Legrans, R. R. (2022). Evaluasi Terhadap Sistem Plumbing Air Bersih Dan Air Buangan Di Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Sam

Ratulangi. *TEKNO*, 20(82), 1253-1258.

Goni, M. S., Dundu, A. K., & Supit, C. J. (2022). PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA TEEP KECAMATAN LANGOWAN TIMUR KABUPATEN MINAHASA. *Jurnal Sipil Statik*, 10(1).

Gulo, A., Supit, C. J., & Rondonuwu, S. G. (2023). Analisis Sistem Pengolahan Air Minum Pada Depot Air Minum Isi Ulang Di Kelurahan Bahu. *TEKNO*, 21(85), 1807-1819.

Hasted, B., 2001. *Pemodelan Sistem Penyediaan Air Bersih*. Jakarta. Penerbit : Erlangga

Hidayati, N., Saputro, Y. A., Umam, K., & Setiawan, A. (2023). Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dan Perencanaan Reservoir Desa Raguklampitan Kecamatan Batealit Kabupaten Jepara. *CIVED*, 10(1), 100-109.

Irma Lusi, N., & Annisa Salsabilla, M. (2020). Pengantar Hidrologi.

Kadir, A. R. A., Halim, F., Binilang, A., & Jasin, M. I. (2013). Pengembangan Sistem Pelayanan Air Bersih di Kelurahan Gurabunga Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Sipil Statik*, 1(12).

Kalumata, J. J., Supit, C. J., & Mamoto, J. D. (2019). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Tulap Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10).

Lasut, S. A., Mangangka, I. R., & Sompie, O. B. (2023). Evaluasi Sistem Penyediaan Air Minum Sineleyen Di Kota Tomohon. *TEKNO*, 21(86), 1897-1906.

Lewis A. Rossman. 2000. *EPANET 2 Users Manual*. EPA United States Environmental Protection Agency. Cincinnati, OH.

Luknanto, D. 2020. *Hidraulika Terapan : Energi di Saluran Terbuka*. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Noperissa, V., & Waspodo, R. S. B. (2018). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Domestik Menggunakan Metode Regresi di Kota Bogor. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(3), 121-132.

Novita, M. D., & Marsono, B. D. (2019). Perencanaan Sistem Distribusi Air Minum Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), D112-D117.

Nur, W. M., Mangangka, I. R., & Legrans, R. R. (2022). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum Di Kelurahan Folarora Kota Tidore Kepulauan. *TEKNO*, 20(82).

Supit, C. J. (2013). The Impact Of Water Projects On River Hydrology. *Tekno*, 11(59)

Zuliana Fitriyani. 2018. *Analisis Hidrologi Untuk Penentuan Debit Banjir di Wilayah Sungai Karang Mumus*. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda. Vol 1. No 1.