

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA POOPO KECAMATAN RANOYAPO KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Sharon Grace Leke

Eveline M. Wuisan, Hanny Tangkudung

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado email:

Sharonleke25@gmail.com

ABSTRAK

Air adalah unsur penting dalam kelangsungan hidup semua makhluk. Warga Desa Poopo, menggunakan sumur sebagai sumber air bersih, namun pada musim hujan sumur warga menjadi keruh sedangkan pada musim kemarau sumur warga menjadi kering. Desa Poopo memiliki potensi mata air, namun belum dimanfaatkan dengan baik. Oleh karena itu perlu direncanakan suatu sistem penyediaan air bersih agar dapat memenuhi kebutuhan air penduduk.

Sistem penyediaan air bersih di Desa Poopo direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2025. Untuk memprediksi jumlah kebutuhan air bersih maka digunakan proyeksi jumlah penduduk dengan analisis regresi.

Hasil survey dan analisis menunjukkan bahwa jumlah pertumbuhan penduduk Desa Poopo hingga tahun rencana 2025 adalah 1444 jiwa, dengan jumlah kebutuhan air bersih sebesar 1,453 liter/detik. Sumber air yang digunakan berasal dari mata air dengan debit sesaat sebesar $\pm 5,3$ liter/detik, lebih besar dari debit kebutuhan air. Dalam perencanaan ini untuk menangkap air dari mata air dibuat bronkaptering dan kemudian air dialirkan melalui pipa transmisi ke Bak Pelepas Tekan. Perpipaan dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams dengan menggunakan pipa HDPE. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Poopo sampai tahun 2025, dibutuhkan 15 Keran Umum

Kata Kunci : *Desa Poopo, Sistem Penyediaan, Kebutuhan Air*

PENDAHULUAN

Air adalah unsur penting dalam kelangsungan hidup semua makhluk yang ada di bumi. Dalam kehidupan sehari-hari manusia memerlukan air khususnya air bersih. Dalam proses pemenuhan kebutuhan tersebut manusia dapat menentukan jenis dan jumlah air bersih yang berguna bagi kehidupan sehari-hari.

Dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka jumlah penggunaan air juga akan meningkat. Ketersediaan air bersih tidak hanya berpengaruh pada kebutuhan rumah tangga, tetapi juga berpengaruh pada berbagai macam sektor yaitu; sektor sosial, ekonomi dan fasilitas umum.

Desa Poopo merupakan salah satu dari 12 Desa di kecamatan Ranoyapo, dengan luas wilayah 1.189 Hektar. Desa ini terbagi atas 8 jaga pada tahun 2015 jumlah penduduk desa adalah 1.299 jiwa dengan 433 Kepala Keluarga, terdapat 6 Gereja dan 3 Sekolah di desa ini.

Masyarakat Desa Poopo memanfaatkan mata air untuk melakukan aktivitas sehari-hari seperti MCK dan lain sebagainya. Aktivitas masyarakat desa dilakukan di rumah dengan cara mengambil air dari mata air. Kendalanya jarak

dari pemukiman warga menuju ke mata air sangat jauh dan kondisi jalan menuju ke mata air sangat rusak yang mengakibatkan warga sulit memperoleh air bersih.

Ada beberapa warga desa yang mempunyai sumur di area rumah mereka, namun pada musim kemarau sumur yang ada mengalami kekeringan dan pada musim penghujan air yang ada di sumur menjadi keruh karena tercampur dengan tanah. Oleh karena itu masyarakat di Desa Poopo memanfaatkan mata air sebagai sumber air.

Dari uraian diatas, dapat dilihat bahwa di Desa Poopo tidak memiliki sistem penyediaan air bersih yang layak untuk menunjang aktivitas masyarakat. Sehingga perlu direncanakan sistem penyediaan air bersih yang layak untuk masyarakat desa Poopo.

Tujuan Penelitian

- Menganalisis kebutuhan air bersih di Desa Poopo sampai tahun 2025.
- Mendesain perencanaan sistem penyediaan air bersih yang mampu melayani kebutuhan sampai tahun 2025.

Manfaat Penelitian

Meningkatkan pengetahuan dalam bidang pengelolaan air, terutama sumber air bersih untuk masyarakat.

LANDASAN TEORI

Definisi Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Kebutuhan Air Domestik dan Kebutuhan Air Non Domestik

1. Kebutuhan Air Domestik Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga yang dilakukan melalui Sambungan Rumah (SR) dan kebutuhan umum yang disediakan melalui fasilitas Keran Umum (KU).

Persamaan :

$$Qd = Y \times Sd \tag{1}$$

dimana :

Qd = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

Sd = Standart kebutuhan air domestik (liter/hari)

Y = Jumlah penduduk (orang)

2. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang. Sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial/umum seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan dan juga untuk kepentingan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lainlain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lainlain.

Persamaan :

$$Qn = Qd \times Sn \tag{2}$$

dimana :

Qn = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

Qd = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

Sn = Standart kebutuhan air non domestik (liter/hari)

Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

No	Uraian	Kriteria
1	Hidran Umum (HU)	30
2	Sambungan Rumah (SR)	1/orang/hari
3		90
4	Lingkup pelayanan	1/orang/hari
5	Perbandingan HU:SR	60-80%
6	Kebutuhan Non-Domestik	20:80 – 50:50
7	Kehilangan Air Akibat Kebocoran	5 %
8		15 %
9	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5 Q_r
10		100
11	Pelayanan HU	orang/unit
12	Pelayanan SR	10
13	Jam Operasi	orang/unit
	Aliran maksimum HU	12 jam/hari
	Aliran maksimum SR	3000 l/hari
	Periode Perencanaan	900 l/hari
		10 tahun

Sumber: Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990

Tabel 2. Kriteria Disain Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan

SPABP	Keterangan
Kran Umum atau Hidran Umum	<ul style="list-style-type: none"> Cakupan pelayanan 60 -100% jumlah penduduk Jarak minimum penempatan minimal 200 meter Pelayanan 30-60 l/hari/jiwa Faktor Kehilangan air 15% dari total kebutuhan air Faktor hari maksimum 1,1 Faktor jam puncak 1,2 Periode desain 5 – 10 tahun

Sumber: Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2006

Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15 % dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Persamaan :

$$Qa = (Qd + Qn) \times ra \tag{3}$$

dimana :

Qa = Debit kehilangan air (liter/hari)

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)
 Q_n = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)
 ra = Angka presentase kehilangan air (%)

Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Persamaan :

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a \quad (4) \text{ dimana}$$

Q_t = Debit kebutuhan air total (liter/hari)
 Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)
 Q_n = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)
 Q_a = Debit kehilangan air (liter/hari)

Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu.

Sistem Pengaliran Air Bersih

Pendistribusian air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Sistem pengaliran dalam sistem distribusi air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Cara Gravitasi

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup

besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.

2. Cara Pemompaan Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen.

3. Cara Gabungan

Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompa dan disimpan dalam reservoir distribusi.

Kehilangan Energi Utama (Major)

Kehilangan energi utama disebabkan oleh gesekan atau friksi dengan dinding pipa. Kehilangan energi oleh gesekan disebabkan karena cairan atau fluida mempunyai kekentalan, dan dinding pipa tidak licin sempurna. Pada dinding yang mendekati licin sempurna, masih terjadi kehilangan energi walaupun sangat kecil. Jika dinding licin sempurna, maka tidak ada kehilangan energi, yaitu saat diameter kekasaran nol.

Besarnya kehilangan energi pada pipa menurut Hazen Williams dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L \quad (5)$$

dimana :

h_f = Kehilangan energi atau tekanan (major atau utama) (m)

Q = Debit air dalam pipa (m³/s)

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

C_{HW} = Koefisien kehilangan energi Hazen Williams

Harga C_{HW} berkisar antara 110 hingga 140 untuk pipa baru. Untuk pipa lama yang sudah keropos (*tuberculoted*), harga C_{HW} turun mencapai 90 atau 80 atau bahkan dibawah 50 untuk pipa baja dengan lapisan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Desa Poopo Kecamatan Ranoyapo Kabupaten Minahasa Selatan.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Secara geografis Desa Poopo terletak pada 0°58'10.59"U” Lintang Utara dan 124°29'43.81" T Bujur Timur.

Survey dan Analisis Ketersediaan Air Bersih

Untuk mengetahui potensi sumber air maka diperlukan data-data antara lain kecepatan dan luas penampang untuk mendapatkan debit, dan kualitas air dari sumber air. Pengukuran debit di sumber air di Desa Poopo, menggunakan pengukuran debit langsung, dengan Volumetric method, yaitu pengukuran debit dengan stopwatch dan wadah penampung air. Dalam satuan waktu tertentu, volume air yang tertampung akan dihitung kemudian dibagi dengan waktu maka didapat besar debit. Sumber air bersih Desa Poopo adalah mata air dengan debit mata air hasil pengukuran 5,3 liter/detik.

Survey dan analisis perkembangan jumlah penduduk

Dari tahun ke tahun pertumbuhan penduduk semakin meningkat. Jumlah penduduk disuatu wilayah sangat berpengaruh pada jumlah kebutuhan air di wilayah tersebut sehingga perlu dilakukan pengambilan data jumlah penduduk yang akan digunakan untuk proyeksi jumlah penduduk sampai tahun rencana (2025). Perhitungan jumlah penduduk Desa Poopo sampai 10 Tahun ke depan (Tahun 2025), dibuat dalam 3 proyeksi :

1. Analisis Regresi Linear
2. Analisis Regresi Logaritma
3. Analisis Regresi Eksponensial

Survey dan Investigasi Kebutuhan Air Baku untuk Air Bersih

Survey dan investigasi dilakukan dengan cara wawancara dengan masyarakat, dan pemerintah desa. Berdasarkan hasil survey dapat diketahui karakteristik desa serta taraf hidup masyarakat sehingga besar kebutuhan air bersih rata-rata perkapita dapat diprediksi.

Desain Sistem Penyediaan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem penyediaan air baku untuk air bersih, perlu diketahui pola atau skema penyaluran air bersih dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk. Dalam tahap ini ditentukan sistem penangkapan air, serta bangunan-bangunan pengolahan air lainnya. Tahapan penyaluran air dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk dapat dilihat sebagai berikut:

1. Sumber Mata Air

Pemilihan sumber air harus dilakukan survey langsung dilapangan. Mencari sumber air yang layak dan dapat memenuhi jumlah kebutuhan air yang direncanakan. Debit dari sumber air harus lebih besar dari jumlah kebutuhan air penduduk yang telah direncanakan.

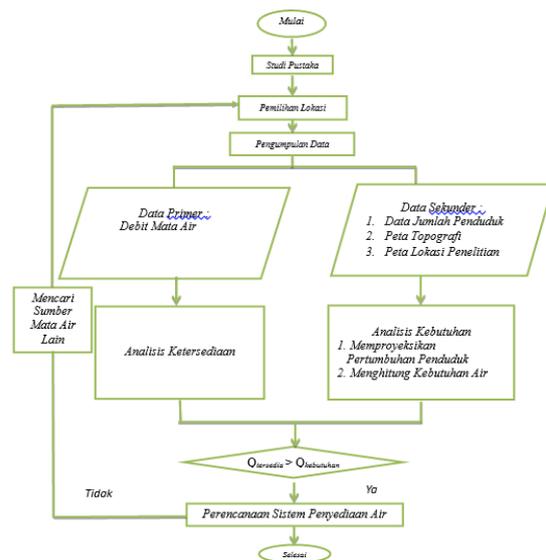
2. Bangunan Pengolahan Air

Bangunan pengolahan air terdiri dari bronkaptering yaitu bangunan penangkap mata air, bisa juga berguna untuk melindungi mata air.

Desain Sistem Jaringan Pipa

Desain sistem jaringan pipa dapat dilakukan dengan cara manual atau menggunakan rumus Hazen-Williams.

Bagan Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketersediaan Air Bersih

Dari hasil survey sumber air di Desa Poopo yang terletak ± 2 km dari Desa Poopo diperoleh debit mata air 5,3 l/det. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air dengan menggunakan *Volumetrical Method*. Cara

pengukuran debit yaitu dengan menggunakan wadah (ember plastik dengan volume 15 liter) dan stopwatch. Wadah tersebut di gunakan untuk menampung air dari mata air, dan dengan menggunakan stopwatch maka kita dapat mengetahui berapa lama wadah akan terisi penuh dengan air, pengukuran debit dilakukan beberapa kali untuk memperoleh nilai rata-rata. Pengukuran mata air dilakukan pada saat musim kemarau.

Kemudian dilakukan wawancara dengan masyarakat setempat mengenai kondisi mata air. Hasil wawancara ternyata mata air ini tidak pernah mengalami kekeringan pada waktu – waktu yang lalu, dan selama kurang lebih 10 tahun terakhir tidak pernah debitnya lebih kecil dari debit saat pengukuran.

Selanjutnya dilakukan survey dibagian hulu mata air untuk melihat kondisi di daerah yang diperkirakan sebagai daerah imbuhan (recharge) dari mata air tersebut. Ternyata di daerah imbuhan tersebut masih belum ada kegiatan berupa pertanian atau pengolahan lahan / kayu. Dengan demikian diperkirakan dalam 10 tahun kedepan debit mata air di Desa Poopo belum akan mengalami penurunan.

Tabel 3. Perhitungan Debit di Lapangan

Jumlah Percobaan	Waktu (Detik)	Volume (litter)	Debit (Litter/detik)
1	2,8	15	5,357142857
2	2,9	15	5,172413793
3	2,8	15	5,357142857
4	2,9	15	5,172413793
5	2,9	15	5,172413793
Σ	14,3		26,23152709
Rata-Rata			5,246305419

Dari data di atas diperoleh data rata-rata dalam waktu 1 detik adalah 5,246305419 litter/detik = 5,3 litter/detik

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Dalam menganalisis kebutuhan air bersih penduduk, maka perlu untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk 10 tahun kedepan sesuai dengan perencanaan dalam penelitian ini. Data jumlah penduduk yang diperoleh untuk Desa Ranolambot hanya tahun 2015 yaitu 1299 jiwa, untuk Desa Poopo Kecamatan Ranoyapo Kabupaten Minahasa Selatan

Tabel 3. Data Penduduk Desa Poopo Kecamatan Ranoyapo Kabupaten Minahasa Selatan

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Y)
1	2006	1174
2	2007	1188
3	2008	1199
4	2009	1230
5	2010	1243
6	2011	1253
7	2012	1265
8	2013	1276
9	2014	1285
10	2015	1299

Sumber: Kantor Desa Poopo Kecamatan Ranoyapo Minahasa Selatan

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan analisa regresi. Analisis regresi yang digunakan yaitu analisis regresi linear, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial. Syarat korelasi : $-1 \leq r \leq 1$. Dari hasil analisis regresi linear, analisis regresi logaritma, dan analisis regresi eksponensial, akan dibandingkan analisa regresi yang memiliki nilai korelasi paling mendekati.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Analisis Regresi

No	Metode Analisa Regresi	Koefisien	Koefisien	Standart
		Korelasi (r)	Determinasi (r ²)	Error (Se)
1	Linear	0.989	0.978121	156.261
2	Logaritma	-10.159	103.205281	81306.63
3	Eksponensial	0.477	0.227529	231.1796

Untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisis maka diambil nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1, atau yang memiliki standart error (Se) yang paling kecil. Berdasarkan hasil analisa didapat **Analisa Regresi Linear** memiliki nilai r (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 yaitu 0,978121 dan yang memiliki standart error(Se) yang paling kecil yaitu 156,261. Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan Analisa Regresi Linear.

Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Poopo dengan Analisa Regresi Linear

Tahun	X	Jumlah Penduduk (Y)
2016	11	1318.002
2017	12	1331.966
2018	13	1345.93
2019	14	1359.894
2020	15	1373.858
2021	16	1387.822
2022	17	1401.786
2023	18	1415.75
2024	19	1429.714
2025	20	1443.678

Tabel 7. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Poopo

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)	Kebutuhan air non domestik (Liter/ Detik)
X	Y	$Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$	$Qn = Qd \times 5\%$
2016	1318.002	0.915	0.046
2017	1331.966	0.925	0.046
2018	1345.930	0.935	0.047
2019	1359.894	0.944	0.047
2020	1373.858	0.954	0.048
2021	1387.822	0.964	0.048
2022	1401.786	0.973	0.049
2023	1415.750	0.983	0.049
2024	1429.714	0.993	0.050
2025	1443.678	1.003	0.050

Analisis Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik diambil 60 liter/orang/hari lebih besar dari standar perencanaan air bersih pedesaan tahun 1990 yaitu 30 liter/orang/hari. Diambil lebih besar dari stardar karena kebutuhan air bersih setiap tahun meningkat dan debit yang tersedia di mata air cukup besar. Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan sampai tahun 2025.

Analisis Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka presentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 6. Kebutuhan Air Domestik Desa Poopo

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)
X	Y	$Qd = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$
2016	1318	0.915
2017	1331.97	0.925
2018	1345.93	0.935
2019	1359.89	0.944
2020	1373.86	0.954
2021	1387.82	0.964
2022	1401.79	0.973
2023	1415.75	0.983
2024	1429.71	0.993
2025	1443.68	1.003

Tabel 8. Kehilangan Air Desa Poopo

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kehilangan air (Liter/ Detik)
X	Y	$Qa = (Qd + Qn) \times 15\%$
2016	1318.002	0.144
2017	1331.966	0.146
2018	1345.93	0.147
2019	1359.894	0.149
2020	1373.858	0.150
2021	1387.822	0.152
2022	1401.786	0.153
2023	1415.75	0.155
2024	1429.714	0.156
2025	1443.678	0.158

Analisis Kebutuhan Air Non Domestik

Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan air bersih pedesaan yaitu 5 % dari kebutuhan air domestik.

Analisis Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Tabel 9. Kebutuhan Air Total Desa Poopo

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Total (Liter/ Detik)
X	Y	$Qt = Qd + Qn + Qa$
2016	1318.002	1.105
2017	1331.966	1.117
2018	1345.93	1.129
2019	1359.894	1.140
2020	1373.858	1.152
2021	1387.822	1.164
2022	1401.786	1.175
2023	1415.75	1.187
2024	1429.714	1.199
2025	1443.678	1.211

Analisis Kebutuhan Air Harian Maksimum

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,1. Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jamjam tertentu dalam satu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air total dikali faktor pengali yaitu 1,5.

Tabel 10. Kebutuhan Air Maksimum Dan Jam Puncak

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air harian maksimum (Liter/ Detik)	Kebutuhan air jam puncak (Liter/ Detik)
X	Y	$Qm = 1,1 \times Qt$	$Qp = 1,5 \times Qt$
2016	1318,002	1.216	1.658
2017	1331,966	1.229	1.675
2018	1345,93	1.241	1.693
2019	1359,894	1.254	1.710
2020	1373,858	1.267	1.728
2021	1387,822	1.280	1.746
2022	1401,786	1.293	1.763
2023	1415,75	1.306	1.781
2024	1429,714	1.319	1.798
2025	1443,678	1.332	1.816

Kebutuhan dan Sistem Suplai Air ke Keran Umum

Hidran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air dari seluruh penduduk. Perencanaan Keran Umum menggunakan Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan,

dengan jumlah perhidran umum (KU) adalah 100 orang/unit. Jumlah penduduk : 1444 Jiwa
 Jumlah Keran : $1444/100 = 14,44 = 15$ Keran (supaya distribusi lebih merata).

Kebutuhan air total : 1,211 liter/detik. Kebutuhan air pada jam puncak : 1,816 liter/detik.

Setiap keran direncanakan dapat melayani 100 jiwa. Penempatan Keran Umum di desa adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Penempatan Hidran Umum di Desa Poopo

Sistem Pengambilan Air Baku

Pada perencanaan ini, bangunan pengambilan air baku (*bronkaptering*) yang akan digunakan yaitu bronkapter dari mata air dengan debit sesaat 5,3 liter/detik, yang terletak pada jarak ± 2 km dari desa Ranolambot, pada elevasi + 504 m dari permukaan laut. Bronkaptering berfungsi untuk menangkap dan menampung titik-titik mata air, kemudian dari bak penampung, air dialirkan ke bangunan reservoir.

Direncanakan dimensi bak pengambilan air adalah sebagai berikut :

- Panjang : 2 meter
- Lebar : 1,5 meter
- Tinggi : 1,5 meter

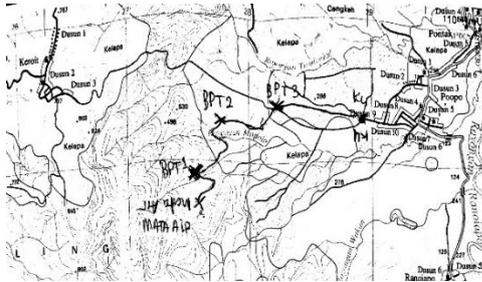
Volume bak pengambilan air

$$= 2 \times 1,5 \times 1,5$$

$$= 4,5 \text{ m}^3$$

Desain Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Reservoir (Bak Pelepas Tekan 5)

Pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai ke BPT menggunakan pipa jenis HDPE. Penggunaan pipa HDPE dikarenakan pipa transmisi air baku mulai dari bronkaptering sampai reservoir harus melewati hutan, dan jalan yang berbelok – belok. Dipakai pipa HDPE karena sifatnya lentur. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen –Williams. Air dialirkan secara gravitasi.



Gambar 3 Perpipaan

Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan 1

$h_1 = 504$ m (Elevasi muka air di dalam bronkaptering)
 $h_2 = 442$ m (Elevasi ujung pipa keluarnya air di BPT 1)
 $h = 504$ m – 442 m = 62 m
 $Q = 1,453$ liter/detik
 = $0,001453$ m³/detik
 $D = 2$ inch = $0,0508$ m
 $L = 375$ m + (375 m × 20%) = 450 m

(Karena pipa harus melewati hutan dengan jalan yang berbelok-belok maka panjang pipa harus ditambah 20% dari panjang pipa yang ada di peta)

$Chw = 140$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001453^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 450$$

$$h_f = 1,408$$

Kontrol : $h_f = 1,408$ m
 $h_f < h$ (OK)
 $1,408$ m < 62 m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{elevasi}{L} = \frac{62}{450} = 0,1378$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,1378^{0,54}$$

$$V = 2,603952102 \text{ m/det}$$

Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan 1 ke Bak Pelepas Tekan 2

$h_1 = 442$ m (Elevasi muka air terendah di BPT 1)
 $h_2 = 380$ m (Elevasi ujung pipa keluarnya air di BPT 2)
 $h = 442$ m – 380 m = 62 m
 $Q = 1,453$ liter/detik = $0,001453$ m³/detik
 $D = 2$ inch = $0,0508$ m

$$L = 589,3\text{m} + (589,3 \text{ m} \times 20\%) = 707,2 \text{ m}$$

$Chw = 140$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001453^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 707,2$$

$$h_f = 2,212 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 2,212$ $h_f < h$ (OK)
 $2,212$ m < 62 m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{elevasi}{L} = \frac{62}{707,2} = 0,0877$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0877^{0,54}$$

$$V = 2,0401 \text{ m/det}$$

Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan 2 ke Bak Pelepas Tekan 3

$h_1 = 442$ m (Elevasi muka air terendah di BPT 1)
 $h_2 = 380$ m (Elevasi ujung pipa keluarnya air di BPT 2)
 $h = 380$ m – 318 m = 62 m
 $Q = 1,453$ liter/detik
 = $0,001453$ m³/detik
 $D = 2$ inch = $0,0508$ m
 $L = 803$ m + (803 m × 20%) = $963,6$ m

$Chw = 140$

Mengalami kehilangan head :

$$h_f = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L$$

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,001453^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 963,6$$

$$h_f = 2,212 \text{ m}$$

Kontrol : $h_f = 2,212$ $h_f < h$ (OK)
 $2,212$ m < 62 m (OK)

Menghitung Kecepatan Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{elevasi}{L} = \frac{62}{963,6} = 0,0643$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0643^{0,54}$$

$$V = 1,7253 \text{ m/det}$$

Pipa distribusi dari Bak Pelepas Tekan ke daerah pelayanan/konsumen (Kran Umum).

Kran umum direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air dari seluruh penduduk. Perencanaan Kran Umum menggunakan Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, dengan jumlah perkran umum adalah 100 orang/unit.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penduduk} & : 1453 \text{ Jiwa} \\ \text{Jumlah Kran} & : 1453 / 100 \\ & = 14,53 = 15 \end{aligned}$$

Pipa distribusi utama mulai dari Bak Pelepas Tekan 3 sampai ke konsumen menggunakan pipa jenis HDPE. Perpipaan dihitung dengan persamaan Hazen – Williams.

Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan 3 ke daerah pelayanan Keran Umum terjauh KU 13,14,15

$$\begin{aligned} h_1 & = 318 \text{ m (Elevasi muka air terendah di BPT 3)} \\ h_2 & = 257 \text{ m (Elevasi ujung pipa keluarnya air di Keran Umum)} \\ h & = 318 \text{ m} - 257 \text{ m} \\ & = 61 \text{ m} \\ Q & = 1,453 \text{ liter/detik} \\ & = 0,001453 \text{ m}^3/\text{detik} \\ D & = 2 \text{ inch} \\ & = 0,0508 \text{ m} \\ L & = 1035,714 \text{ m} + (1035,714 \text{ m} \times 20\%) \\ & = 1242,857 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C_{hw} = 140$$

Mengalami kehilangan head :

$$\begin{aligned} h_f & = \frac{10,675 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,8704}} \times L \\ h_f & = \frac{10,675 \times 0,001453^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0508^{4,8704}} \times 1242,852 \end{aligned}$$

$$h_f = 3,872 \text{ m}$$

$$\text{Kontrol} \quad : h_f = 3,872$$

$$\text{m} \dots \dots \dots h_f < h \text{ (OK)}$$

$$3,872 \text{ m} < 61 \text{ m (OK) Menghitung Kecepatan Aliran}$$

Aliran

$$V = 0,3545 C_{hw} D^{0,63} S^{0,54}$$

$$S = \frac{\text{elevasi}}{L} = \frac{61}{1242,852} = 0,0491$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0508^{0,63} \times 0,0491^{0,54}$$

$$V = 1,4915 \text{ m/det}$$

Pembahasan

1. Proyeksi pertumbuhan penduduk sampai tahun 2025 di hitung menggunakan 3

metode regresi, yaitu metode regresi linier, regresi logaritma dan regresi eksponensial. Berdasarkan hasil analisa, trend regresi terbaik dengan *r* (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 dan *standart error (Se)* terkecil adalah analisa regresi linier dengan jumlah penduduk pada tahun 2025 mencapai 1444 orang.

2. Jumlah air bersih yang dibutuhkan baik kebutuhan air domestik, non domestik, dan kehilangan sampai tahun 2025 adalah 1,211 liter/detik.
3. Dalam perencanaan penyediaan air bersih, memanfaatkan mata air dengan debit sesaat 5,3 liter/detik, mampu melayani kebutuhan air bersih Desa Poopo dengan kebutuhan air puncak 1,861 litter/det, sehingga tidak diperlukan reservoir distribusi.
4. Untuk menangkap air dari mata air, dibuat bronkaptering beton bertulang dan selanjutnya air dialirkan melalui pipa transmisi ke Bak Pelepas Tekan dengan sistem gravitasi. Ukuran bronkaptering yaitu 2,0 m × 1,5 m × 1,5 m.
5. Pipa transmisi didapat dari hasil perhitungan dengan rumus Hazen-Williams. Pipa transmisi dari bronkaptering sampai Bak Pelepas Tekan menggunakan pipa dengan diameter 2” atau 50,8 mm.
6. Pipa distribusi utama didapat dari hasil perhitungan dengan rumus Hazen-Williams. Pipa distribusi utama dari Bak Pelepas Tekan ke semua Kran Umum, menggunakan pipa dengan diameter 2” atau 50,8 mm.
7. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Poopo sampai tahun 2025, dibutuhkan 15 keran umum

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Poopo Kecamatan Ranoyapo sampai tahun 2025 dengan total kebutuhan 1,211 liter/detik.
2. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan analisa regresi linier karena memiliki nilai *r* (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 dan *standart error (Se)* terkecil.

3. Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bronkaptering dengan ukuran $2\text{m} \times 1,5\text{m} \times 1,5\text{m}$.
 4. Air dialirkan melalui pipa transmisi ke Bak Pelepas Tekan dengan sistem gravitasi. Distribusi air menggunakan pipa transmisi 2" atau 50,8 mm dan pipa distribusi utama 2" atau 50,8 mm
 5. Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi melalui 15 buah Keran Umum.
- baik. Apabila operasi dan pemeliharaan instalasi dilakukan dengan baik. Untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :
- a. Harus dilakukan perlindungan terhadap sumber air di daerah imbuhan (recharge) dari mata air.
 - b. Harus diadakan lembaga pengelola sistem penyediaan air baku untuk air bersih dan kepada pengurusnya diberi pelatihan manajemen dan teknik operasi dan pemeliharaan instalasi.

Saran

Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan akan dapat berfungsi dengan

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya, 2007, *Pengembangan Air Minum*, Buku Panduan, Jakarta
- Radiana triatmadja 2009. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta. Hal Bab 1 (1-39), Bab 2 (1-68), Bab3 (1-45), dan bab 4 (1-28).
- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan*, Buku – III, Materi Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado. Hal 1-18.
- Tanudjaja, L. 2010. *Diktat Aliran Melalui Ambang Ukur, Lobang, Dan Pipa* (Bagian Dari Materi Perkuliahan Mekanika Fluida Program Studi S1 Teknik Sipil). Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Manado. Hal (11-1) – (11-7)
- Pedoman / Petunjuk Teknik dan Manual, Bagian : 5 (Volume 1) Air Minum Pedesaan (Sistem Penyediaan Air Minum Pedesaan), Edisi Pertama, NSPM KIMPRASWIL, Desember 2002. Hal 20-39, 79-96, 116-179, 206-301, 329-424.

