

## PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DESA PANGU SATU KECAMATAN RATAHAN TIMUR KABUPATEN MINAHASA TENGGARA

Bamando Putra Siagian  
Cindy J. Supit, Fuad Halim

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado  
email: [andosimilikiti03@gmail.com](mailto:andosimilikiti03@gmail.com)

### ABSTRAK

*Air memiliki peran penting untuk memenuhi kebutuhan primer manusia.. Di Desa Pangu Satu Kecamatan Ratahan Timur Kabupaten Minahasa Tenggara belum ada sistem penyediaan air bersih, mengakibatkan masyarakat kesulitan mendapatkan air bersih.*

*Sistem penyediaan air bersih di Desa Pangu satu direncanakan untuk memenuhi kebutuhan hingga tahun 2027. Untuk memprediksi jumlah kebutuhan air bersih maka digunakan proyeksi dengan analisis Regresi. Hasil survey dan analisis menunjukkan bahwa jumlah pertumbuhan penduduk Desa Pangu Satu hingga tahun rencana 2027 adalah 989 jiwa, dengan jumlah kebutuhan air bersih sebesar 0,8 liter/detik. Perpipaan dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams dengan menggunakan pipa HDPE. Sumber air yang digunakan berasal dari mata air dengan debit sesaat sebesar  $\pm 1,12$  liter/detik, dan kebutuhan air jam puncak sebesar 0,995 liter/detik.*

*Dalam perencanaan ini untuk menangkap air dari mata air dibuat bronkaptering dan kemudian air dialirkan melalui pipa transmisi ke Bak Pelepas Tekan. Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Pangu satu sampai tahun 2027, dibutuhkan 10 Keran Umum.*

**Kata Kunci:** *Desa Pangu Satu, Sistem Penyediaan, Kebutuhan Air*

### PENDAHULUAN

Air memiliki peran penting untuk memenuhi kebutuhan primer manusia. Dalam kehidupan sehari-hari manusia memerlukan air khususnya air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, manusia memerlukan usaha untuk mendapatkannya.

Sampai pada saat ini kebutuhan masyarakat untuk mendapatkan air bersih masih memiliki berbagai macam masalah yang harus diperhatikan. Salah satu masalah yang masih dialami oleh masyarakat sekarang ini adalah rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat, terutama di daerah pedesaan.

Pangu satu adalah salah satu desa yang berada di Kecamatan Ratahan timur, Kabupaten Minahasa Tenggara. Di daerah ini penyediaan air tidak tersalurkan ke masyarakat yang ada, sehingga kebutuhan masyarakat akan air bersih menjadi terganggu, masyarakat hanya menggunakan sumur.

Untuk itu perlu upaya pengadaan perencanaan sistem penyediaan air bersih yang sumber air bakunya adalah mata air terdekat (Mata air Gunung Potong) yang memiliki potensi untuk menyalurkan air bersih ke Desa Pangu satu.

### Rumusan Masalah

Akibat belum tersalurkannya air bersih di desa Pangu satu, maka perlu adanya perencanaan sistem penyediaan air bersih.

### Batasan Masalah

Dalam penulisan ini masalah dibatasi pada:

- Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan mulai dari penyadapan di mata air sampai dengan jalur pipa distribusi utama yang akan menuju ke keran umum desa sampai pada tahun 2027.
- Perencanaan prasarana sistem penyediaan air bersih hanya sampai pada dimensi hidrolisnya, dan tidak sampai pada perhitungan strukturnya.

- Pemeriksaan kualitas air dan kemungkinan pengelolannya tidak dibahas.

### Tujuan Penelitian

- a.) Untuk menganalisis kebutuhan air bersih di Desa Pangu satu.
- b.) Merencanakan sistem penyediaan air bersih yang mampu memenuhi kebutuhan dan meningkatkan pelayanan air bersih bagi masyarakat desa Pangu satu.

### Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menjadi bahan kajian terutama bagi instansi terkait untuk merencanakan distribusi air bersih yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat di Desa Pangu satu.

## LANDASAN TEORI

### Definisi dan Pengelolaan Air Bersih

Air mengandung molekul-molekul yang dibentuk oleh dua atom hidrogen dan satu atom oksigen (H<sub>2</sub>O) (*Model, Ukuran, Konstruksi dan Pemeliharaan Sistem jaringan Air Minum dengan Sistem Perpipaan di Daerah Pedesaan, 2008*). Air merupakan kebutuhan bagi semua makhluk. Semua makhluk membutuhkan air dalam kehidupannya sehingga tanpa air dapat dipastikan tidak ada kehidupan. 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. (Radianta Triatmadja, 2008; Dasir, dkk, 2014).

### Persyaratan Penyediaan Air Bersih

- Persyaratan Kualitatif  
Menggambarkan mutu dari air baku air bersih.
- Persyaratan Kuantitatif (Debit)  
Banyaknya air baku yang tersedia yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan.
- Persyaratan Kontinuitas  
Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap.

### 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 (L. Tanudjaja, 2011; Supit.C, J. Mamoto, 2016).
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 lain lain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lain-lain.

**Tabel 1. Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan**

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

Sumber: Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2008.

Tabel 2. Kriteria Disain Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan

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

Sumber: *Revisi Pedoman 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.

### Kebutuhan Air Total

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

### 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. (Mananoma dkk, 2016)

### 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. Dalam sistem perpipaan gravitasi adapun elemen-elemen yang ada antara lain:

- Bak Penangkap/Bronkaptering
- Bak Pengumpul/Tangki Hider
- Jaringan Pipa Transmisi
- Bak Penampung/Reservoir  
Ukuran reservoir biasanya diambil 20% dari kebutuhan air maksimum. (F Mokoginta, F Halim, L Kawet, M. I. Jasin, 2014)
- Bak Pelepas Tekan (BPT)
- Pipa Distribusi
- Tugu Kran Umum/Hidran Umum

#### 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.

### Jaringan Transmisi Air Bersih

Jaringan transmisi adalah suatu jaringan yang berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari sumber air ke *resevoir*. Cara penyaluran air bersih tergantung pada lokasi sumber air berada. Transmisi air dapat dilakukan secara gravitasi, pemompaan, maupun kombinasi antara gravitasi dan pemompaan. (Dasir dkk, 2014)

### Kehilangan Energi Utama (*Major*)

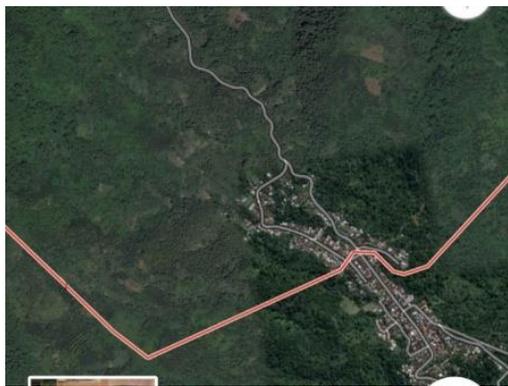
Kehilangan energi utama disebabkan oleh gesekan atau friksi dengan dinding pipa.

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.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Perencanaan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Desa Pangu satu Kecamatan Ratahan Timur Kabupaten Minahasa Tenggara



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Secara geografis Desa Pangu satu terletak pada  $1^{\circ}05'47,3''$  Lintang Utara dan  $124^{\circ}48'51,1''$  Bujur Timur.

### Survey dan Analisis Ketersediaan Air Bersih

Pengukuran debit di sumber air di desa Pangu satu, menggunakan pengukuran debit langsung, dengan metode *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 Pangu satu berada di Gunung potong dengan debit mata air hasil pengukuran 1,12 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 (2027). Perhitungan jumlah penduduk desa Pangu satu sampai 10 Tahun ke depan (Tahun 2027), 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 penangkap air

Bronkaptering adalah bangunan penangkap mata air, bisa juga berguna untuk melindungi mata air.

3. Bak Pelepas Tekan (BPT)

Dibuat untuk melepas tekanan agar tidak mengakibatkan kerusakan pada pipa, kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan melalui jaringan pipa distribusi.

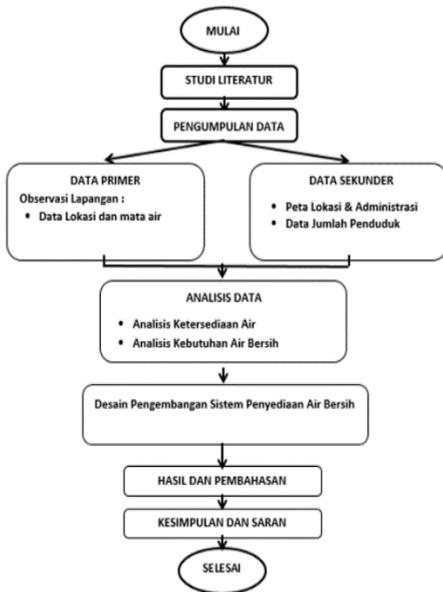
4. Desain sistem jaringan pipa (transmisi dan distribusi)

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

5. Keran Umum

Tempat pengambilan air diletakkan di area pelayanan yang dapat mudah dijangkau penduduk. Keran umum berbentuk tugu beton yang dilengkapi Keran buka-tutup air.

**Bagan Alir Penelitian**



**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**Potensi Sumber**

Dari hasil survey sumber air di Desa Pangu satu yang terletak ± 2 km dari Desa Pangu satu diperoleh debit mata air 1,12L/det. Pengukuran debit mata air langsung dari lokasi sumber air. 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 dapat diketahui berapa lama wadah terisi penuh dengan air, pengukuran debit dilakukan beberapa kali untuk memperoleh nilai rata-rata.

Dilakukan wawancara kepada perangkat desa seperti kumtua dan sekertaris desa dan 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 mata air untuk melihat kondisi yang ada di

sana. Ternyata di daerah tersebut merupakan daerah Hutan. Dengan demikian diperkirakan dalam 10 tahun ke depan debit mata air di Desa Pangu satu belum akan mengalami penurunan.

**Analisis Pertumbuhan Penduduk**

Jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap kebutuhan air di masyarakat. Dalam menganalisis kebutuhan air bersih penduduk, maka perlu untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk 10 tahun ke depan sesuai dengan perencanaan dalam penelitian ini.

Tabel 3. Data Penduduk Desa Pangu Satu

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Y)
1	2008	612
2	2009	630
3	2010	651
4	2011	669
5	2012	674
6	2013	691
7	2014	693
8	2015	779
9	2016	775
10	2017	788

Sumber: Kantor Balai Desa Pangu Satu

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 Analisis Regresi	Koefisien korelasi (r)	Koefisien Determinasi (r <sup>2</sup> )	Standart Error (Se)
1	Linear	0,961	0,925	18,423
2	Logaritma	0,890	0,791	28,562
3	Eksponensial	0,967	0,935	96,945

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 0,961 dan yang memiliki standart error(Se) yang paling kecil yaitu 18,423.

Sehingga dalam menghitung kebutuhan air bersih digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan Analisa Regresi Linear.

Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk Desa Pangu satu dengan Analisa Regresi Linear

No	Tahun	X	Jumlah Penduduk	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
			Y			
1	2008	1	612	1	374544	612
2	2009	2	630	4	396900	1260
3	2010	3	651	9	423801	1953
4	2011	4	669	16	447561	2676
5	2012	5	674	25	454276	3370
6	2013	6	691	36	477481	4146
7	2014	7	693	49	480249	4851
8	2015	8	779	64	606841	6232
9	2016	9	775	81	600625	6975
10	2017	10	788	100	620944	7880
Σ		55	6962	385	4883222	39955

**Analisis Kebutuhan Air Domestik**

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga, seperti untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, halaman, pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet). Layanan air bersih untuk masyarakat Desa Pangu satu adalah melalui Kran Umum. Kebutuhan air domestik diambil 60 liter/orang/hari. Diambil dari Kriteria Disain Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan(tabel 2.3). Perkiraan kebutuhan air didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan sampai tahun 2027.

Tabel 6. Kebutuhan Air Domestik Desa Pangu Satu

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)
X	Y	$Q_d = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$
2018	807	0.561
2019	827	0.575
2020	847	0.589
2021	868	0.603
2022	888	0.617
2023	908	0.631
2024	928	0.645
2025	948	0.659
2026	968	0.673
2027	989	0.687

**Analisa Kebutuhan Air Non Domestik**

Analisa kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk fasilitas pelayanan umum, seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan, dan juga untuk

kepentingan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran, dan lain-lain. Dalam analisis kebutuhan air non domestik, diambil berdasarkan standar perencanaan air bersih pedesaan yaitu 5 % dari kebutuhan air domestik.

Tabel 7. Kebutuhan Air Non Domestik Desa Pangu satu

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air domestik (Liter/ Detik)	Kebutuhan air non domestik (Liter/ Detik)
X	Y	$Q_d = (Y \times (60 \text{ liter/org/hari})) / (24 \times 3600)$	$Q_n = Q_d \times 5\%$
2018	807	0.561	0.0280
2019	827	0.575	0.0287
2020	847	0.589	0.0294
2021	868	0.603	0.0301
2022	888	0.617	0.0308
2023	908	0.631	0.0315
2024	928	0.645	0.0322
2025	948	0.659	0.0329
2026	968	0.673	0.0336
2027	989	0.687	0.0343

**Analisa 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.(Pedoman Teknis Air Bersih IKK Pedesaan, 1990)

Tabel 8. Kehilangan Air Desa Pangu satu

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kehilangan air (Liter/ Detik)
X	Y	$Q_a = (Q_d + Q_n) \times 15\%$
2018	807	0.0883
2019	827	0.0905
2020	847	0.0927
2021	868	0.0949
2022	888	0.0971
2023	908	0.0993
2024	928	0.1015
2025	948	0.1037
2026	968	0.1059
2027	989	0.1081

**Analisa Kebutuhan Air Total**

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

Tabel 9. Kebutuhan Air Total Desa Pangu satu

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Total (Liter/ Detik)
		$Qt = Qd + Qn + Qa$
X	Y	
2018	807	0.6768
2019	827	0.6937
2020	847	0.7106
2021	868	0.7276
2022	888	0.7445
2023	908	0.7614
2024	928	0.7783
2025	948	0.7952
2026	968	0.8121
2027	989	0.8290

**Analisa 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 1,2. (Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan, 2006)

Tabel 10. Kebutuhan Air Maksimum Dan Jam Puncak Desa Pangu satu

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air harian maksimum (Liter/ Detik)	Kebutuhan air jam puncak (Liter/ Detik)
X	Y	$Qm = 1,1 \times Qt$	$Qp = 1,2 \times Qt$
2018	807	0.744	0.812
2019	827	0.763	0.832
2020	847	0.782	0.853
2021	868	0.800	0.873
2022	888	0.819	0.893
2023	908	0.838	0.914
2024	928	0.856	0.934
2025	948	0.875	0.954
2026	968	0.893	0.975
2027	989	0.912	0.995

**Sistem Plan Penyediaan Air Bersih**

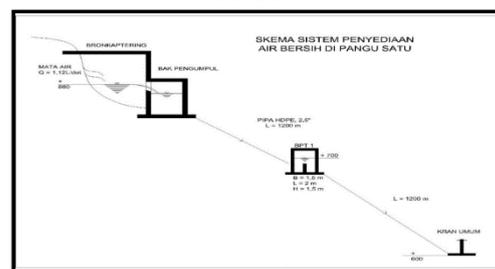
Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air total pada tahun 2027 sebesar 0,8 liter/detik, dan kebutuhan air jam puncak adalah sebesar 0,995 liter/detik dengan jumlah penduduk pada tahun 2027 mencapai 989 jiwa. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Pangu Satu maka dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih akan digunakan mata air terdekat yaitu mata air Gunung Potong dengan debit 1,12 liter/detik.

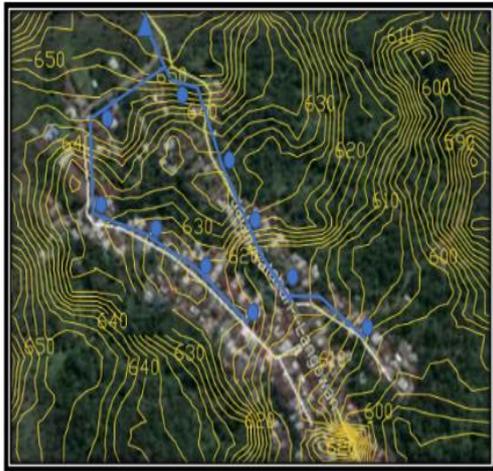
Karena debit sumber lebih besar daripada kebutuhan air jam puncak maka pada penelitian ini tidak digunakan Hidran Umum melainkan digunakan Keran umum untuk distribusi air ke Desa. Untuk trase atau jalur pipa dari sumber air ke Desa mengikuti kemirigan medan (kontur). Mata air itu sendiri terletak pada jarak ± 2,4 km dari Desa Pangu satu, pada koordinat 1°06'48,6" Lintang Utara dan 124°48'14,3" Bujur Timur, dengan elevasi + 860 m dari permukaan laut. Sedangkan untuk lokasi Desa berada pada koordinat 1° 05'56,5" Lintang Utara dan 124°48'44,5" Bujur Timur. Untuk layanan terjauh yang akan dialiri berada pada elevasi + 600 m, karena beda tinggi antara Mata Air dan Desa + 260 m, maka harus ada Bak Pelepas Tekan (BPT) untuk menghindari terjadinya kerusakan pada pipa.

Rencana sistem penyediaan air bersih di Desa Pangu satu yang bersumber dari mata air Gunung Potong adalah sebagai berikut :

- Bronkaptering dari mata air lereng gunung Tokani Idung
- Pipa Transmisi air baku dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan (BPT)
- Pipa distribusi dari Reservoir Distribusi ke daerah pelayanan/ konsumen (Kran Umum)

Gambar 2. Skema Sistem Penyediaan Air Bersih





Gambar 3. Penempatan Kran Umum

**Sistem Pengambilan Air Baku**

Pada perencanaan ini , bangunan pengambilan air baku (bronkaptering) yang akan digunakan yaitu bronkapter dari mata air dengan debit sesaat 1,12 liter/detik, yang terletak pada jarak ± 2,4 km dari Desa Pangu satu , pada elevasi 860 m dari permukaan laut. Di rencanakan bronkaptering sekaligus bak penampung yang berfungsi sebagai reservoir transmisi. Direncanakan dimensi bak pengambilan air sebagai berikut :

- Panjang : 2 meter
- Lebar : 1,5 meter
- Tinggi : 1,5 meter
- Volume bak pengambilan air = 2 x 1,5 x 1,5 = 4,5 m<sup>3</sup>

**Desain Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan (BPT)**

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.

**Pipa Transmisi dari Bronkaptering ke Bak Pelepas Tekan**

Mengalami kehilangan head :

- $h_1 = 860$  m ( Elevasi muka air di dalam bronkaptering )
- $h_2 = 700$  m ( Elevasi ujung pipa keluaranya air di BPT 1 )

- $h = 860$  m – 750 m = 160 m
- $Q = 1,12$  liter/detik = 0,00112 m<sup>3</sup>/detik
- $D = 2,5$  inch = 0,0635 m
- $L = 1200$  m
- $Chw = 140$

Mengalami *Head loss* (Kehilangan energi) :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,00112^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0635^{4,8704}} \times 1200$$

$$h_f = 3,1553 \text{ m}$$

Kontrol :  $h_f = 3,1553$  m  $h_f < h$  (OK)  
 3,1553 m < 160m (OK)

Hitung Kecepatan aliran :

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

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{3,1553}{1200} = 0,00262$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0635^{0,63} \times 0,00262^{0,54}$$

$$V = 0,352 \text{ m/det}$$

**Pipa Transmisi dari Bak Pelepas Tekan (BPT) ke Reservoir Distribusi**

- $h_1 = 700$  m (Elevasi muka air di BPT)
- $h_2 = 653$  m (Elevasi ujung pipa masuknya air di keran pengunci (Valve))
- $h = 700$  m – 653 m = 47m
- $Q = 1,12$  liter/detik = 0,00112 m<sup>3</sup>/detik
- $D = 2,5$  inch = 0,0635 m
- $L = 692$  m
- $Chw = 140$

Mengalami *head loss* (Kehilangan energi) :

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

$$h_f = \frac{10,675 \times 0,00112^{1,852}}{140^{1,852} \times 0,0635^{4,8704}} \times 692$$

$$h_f = 11,504 \text{ m}$$

Kontrol :  $h_f = 1,819$  m  $h_f < h$  (OK)

1,819 m < 47 m (OK)

Hitung Kecepatan Aliran :

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

$$S = \frac{h_f}{L} = \frac{1,819}{692} = 0,00262$$

$$V = 0,3545 \times 140 \times 0,0635^{0,63} \times 0,00262^{0,54}$$

$$V = 0,352 \text{ m/det}$$

**Pipa distribusi dari Reservoir Distribusi 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.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penduduk} &: 1565 \text{ Jiwa} \\ \text{Jumlah Kran} &: 1565 / 100 \\ &= 15,65 = 16 \end{aligned}$$

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

### Pembahasan

- Proyeksi pertumbuhan penduduk sampai tahun 2027 di hitung menggunakan 3 metode regresi, yaitu metode regresi linear, regresi logaritma dan regresi eksponensial. Dan berdasarkan hasil analisa, digunakan regresi dengan  $r$  (koefisien korelasi) yang paling mendekati 1 dan *standart error* ( $Se$ ) terkecil, dengan demikian dipilih analisa regresi linier dengan jumlah penduduk pada tahun 2027 mencapai 989 orang.
- Jumlah air bersih yang dibutuhkan baik kebutuhan air domestik, non domestik, dan kehilangan sampai tahun 2027 adalah 0,8 liter/detik.
- Dalam perencanaan penyediaan air bersih, memanfaatkan mata air dengan debit sesaat 1,12 liter/detik. Debit mata air ini mampu melayani kebutuhan air bersih Desa Pangu satu dengan total kebutuhan 0,8 liter/detik.
- Untuk menangkap air dari mata air, dibuat bronkaptering beton bertulang yang dilengkapi bak pengumpul berukuran 2,0 m x 1,5 m x 1,5 m dan selanjutnya air dialirkan melalui pipa transmisi jenis HDPE ke Bak Pelepas Tekan, dengan sistem gravitasi. Ukuran BPT yaitu 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m.
- Pipa transmisi didapat dari hasil perhitungan dengan rumus Hazen-Williams. Pipa transmisi dari bronkaptering sampai BPT menggunakan pipa HDPE dengan diameter 2,5".
- Pipa distribusi utama didapat dari hasil perhitungan dengan rumus Hazen-Williams. Pipa distribusi utama dari Bak Pelepas Tekan ke semua Kran Umum, menggunakan pipa HDPE dengan diameter 1 1/4".
- Untuk melayani kebutuhan air bersih penduduk Desa Pangu satu sampai tahun 2027, dibutuhkan 10 Kran umum.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Pangu satu Kecamatan Minahasa Tenggara, memanfaatkan mata air dan mampu melayani kebutuhan air bersih sampai tahun 2027.
- Perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang digunakan adalah analisis regresi linear
- Untuk menangkap air dari mata air, menggunakan bronkaptering yang dilengkapi dengan bak pengumpul, kemudian air dialirkan secara gravitasi ke BPT menggunakan pipa transmisi HDPE 2,5 inch.
- Air bersih didistribusikan ke penduduk secara gravitasi dari BPT melalui pipa distribusi utama HDPE 1 1/4 inch dan berakhir pada 10 buah tugu kran umum.

### Saran

Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan akan dapat berfungsi dengan baik apabila operasi dan pemeliharaan instalasi dilakukan dengan baik. Untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Perlu dilakukan konservasi atau perlindungan di daerah imbuhan (*recharge*) melalui sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat.
- b. Perlu diadakan lembaga pengelola sistem penyediaan air baku untuk air bersih dan kepada pengurusnya diberi pelatihan manajemen dan teknik operasi dan pemeliharaan instalasi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- \_\_\_\_\_, *Model, Ukuran, Konstruksi dan Pemeliharaan Sistem jaringan Air Minum dengan Sistem Perpipaan di Daerah Pedesaan*, Modul Edisi 2008, Action Contre La Faim, hal. 7, 24.
- \_\_\_\_\_, *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*, 2006
- Depertemen Pekerjaan Umum, 2006. *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pedesaan*, Modul: 1, Direktorat Jendral Cipta Karya, hal 9-11.
- Haestad, 2000; Dougherty, Walski dkk, 2006*
- Leke Sharon Grace, 2016, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Poopo Kecamatan Ranoyapo Barat Kabupaten Minahasa Selatan*, skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal. 8-10, 14-16, L1-L17.
- Karim I, Supit C, Hendrata LA, 2016, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Motongkad Utara Kabupaten Bolaang Mongondow Timur*, skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Supit C, Mamoto J, 2016, *Prediksi Perubahan Karakteristik Hidrologi akibat perubahan penggunaan lahan sebagai usaha Mitigasi Banjir Di Manado*, Tekno, Vol.14 2016
- Kalesun H, Kawet L, Halim F, *Perencanaan Sistem jaringan distribusi Air Bersih Di Kelurahan Pangalombian Kecamatan Tomohon Selatan*, Jurnal Sipil Statik 4 (2), 2016
- Rompies WC, Kawet L, Halim F, Mamoto JD, *Analisis Potensi Sumber daya air Sungai Kayuwatu Wangko untuk Perencanaan Pembangkit Listrik di Desa Karor Kec. Lembean Timur Kab. Minahasa*, Jurnal Sipil Statik 6 (12), 2018
- Mananoma T, Tanudjaja L, Jansen T, *Desain Sistem Jaringan dan Distribusi Air Bersih Pedesaan (Studi kasus Desa Warembungan)*, Jurnal Sipil Statik 4 (11), 2016
- Rivaldy DR, Jansen T, Sumarauw J, *Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Tugurara Kota Ternate Terhadap Debit Banjir*, Jurnal Sipil Statik 6 (6), 2018
- Yassin MO, Kawet L, Halim F, Jasin MI, *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Untuk Zona Pelayanan IPA Pilolodaa Kota Gorontalo*, Jurnal Sipil Statik 1 (12), 2013
- Dasir FR, Halim F, Kawet L, Jasin MI, *Perencanaan Penyediaan Air Bersih Desa Lobong, Desa Mutoi, Dan Desa Inuai Kec. Passi Barat Kab. Bolaang Mongondow*, Jurnal Sipil Statik 2 (4), 2014
- Radiana Triatmadja 2008. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*, DRAFT, Yogyakarta. Bab 1(1-12), Bab 2 (11-19), Bab 3(37-40), Bab 4(1-28)
- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan Bagian – I, Materi Kuliah*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal. 3-4.
- Tanudjaja, L. *Rekayasa Lingkungan, Materi Kuliah*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal.1-106.
- Tanudjaja, L. 2011. *Rekayasa Lingkungan, Buku – III , Materi Kuliah*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unsrat, Manado, hal. 1-18.

